

BIOLOGIE ' ȘI ECOLOGIE

NIVEL STANDARD



11

UKRAJNA TERMÉSZETVÉDELMI ALAPJÁNAK GYÖNGYSZEMEI

Fekete tengeri bioszféra rezervátum



Dunai bioszféra rezervátum



Kárpáti Bioszféra rezervátum:
Nárciszok reliktum völgye

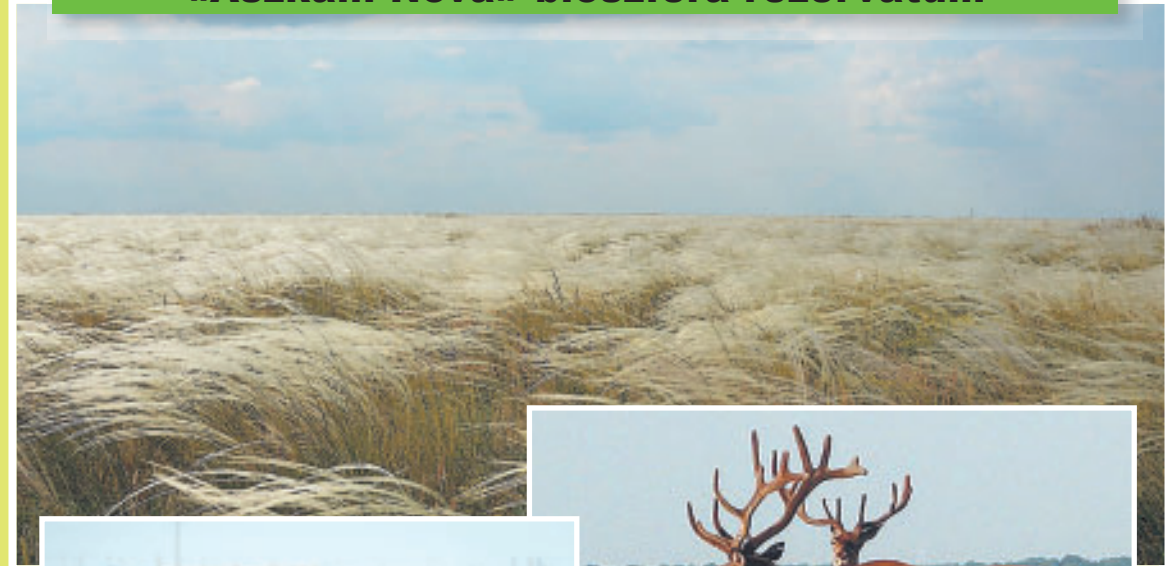


«Buzszkij gard» Nemzeti Par

«Kamjana mohila»
természetvédelmi terület



F.E. Falz-Fein nevét viselő
«Aszkani-Nova» bioszféra rezervátum



L.I. OSZTAPCSENKO, P.G. BALAN,
T.A. KOMPANEC, SZ.R. RUSKOVSZKIJ

BIOLÓGIA ÉS ÖKOLÓGIA

(szabványszint)

Tankönyv az általános oktatási
rendszerű tanintézmények 11. osztálya számára

*Ukrajna Oktatási
és Tudományos Minisztériuma ajánlásával*



Csernyivci
„Bukrek”
2019

УДК 57(075.3)
076

Перекладено за виданням:
Біологія і екологія (рівень стандарту) :
підручник для 11 класу закладів загальної середньої освіти (авт. Остапченко Л. І.,
Балан П. Г., Компанець Т. А., Рушковський С. Р.). – Київ : Генеза, 2019. – 208 с : іл.

*Рекомендовано Міністерством освіти і науки України
(наказ Міністерства освіти і науки України від 12.04.19 № 472)*

Видано за державні кошти. Продаж заборонено

Остапченко Л.І.

076 Біологія і екологія (рівень стандарту) : підручник для 11 класу з навчанням угорською мовою закладів загальної середньої освіти / Л.І. Остапченко, П.Г. Балан, Т.А. Компанець, С.Р. Рушковський ; перек. з укр. – Чернівці : Букрек, 2019. – 212 с : іл.

ISBN 978-617-7663-47-7

УДК 57(075.3)

ISBN 978-966-11-0990-1 (укр.)
ISBN 978-617-7663-47-7 (угор.)


© Остапченко Л.І., Балан П.Г.,
Компанець Т.А., Рушковський С.Р., 2019
© Видавництво „Генеза”, оригінал-макет, 2019
© Видавничий дім „Букрек”, переклад, 2019

TISZTELT TIZENEGYEDIKESEK!

A múlt évben megismerkedtek a bolygónk biológiai sokféleségével, a különböző szervezetek anyagcseréjének működési alapelveivel; megértettétek, hogy mennyire fontos megőrizni az örökítőanyagot a mutagén tényezőktől; megismertétek az orvosgenetika örökletes betegségeket és rendellenességeket diagnosztizáló, megelőző és gyógyító feladatát; a biológia és az orvoslás szövetek és szervek átültetésében elért eredményeit, a reprodukív orvoslás perspektíváit.

Ezen az éven részletesen megismeritek az élő anyag fontos tulajdonságát – az adaptációs képességet, vagyis a különféle környezeti feltételekhez való alkalmazkodás képességét; bővítitek az ismereteiteket az immunrendszerrel, a nem fertőző, a fertőző, az invazív megbetegedésekről; megismerkedtek a világot és Ukrajnát érintő jelenkori ökológiai problémákkal, azok elhárításának lehetőségeivel, illetve a biológiai biztonság megvalósításának főbb irányzataival. Meg fogtok győződni róla, hogy a szelekciós és biotechnológiai kutatások segítségével megoldható a bolygón megállíthatatlanul növekvő népesség ellátása élelmiszerrel és gyógyszerrel; tudatosulni fog bennetek a perspektívikus biológiai tudományterületek – a biotechnológia, a gén- és sejtsebészet – modern eredményeinek jelentősége a társadalom további fejlődésében.

A tankönyv témákra és paragrafusokra van osztva, amelyeket megtalálhattok a „Tartalomjegyzék” segítségével. A főbb tézisek, szakszavak és fogalmak, amelyekre érdemes figyelmet fordítani, ki vannak emelve a szövegben.

Az új anyag elsajátításához szükséges információk, amelyeket érdemes feleleveníteni, a következő képpel vannak jelölve: .

A főbb téziseket, amelyeket fontos elsajátítani az órán, a „**Jegyezzük meg!**” rubrikában találjátok.

A tankönyv a fő tananyagon kívül a „**Jó tudni**” rubrikában tartalmaz további információkat (érdekes és hasznos ismereteket a biológia, az ökológia és az orvoslás területéről).

Könyvünk sok illusztrációt illetve feladatot tartalmaz, amelyek megoldásában a tanár segíthet nektek. A paragrafusok szövegében találkozhattok gyakorlati **Feladatokkal**, amelyek megoldása növeli majd a tárgyi kompetenciáitokat, segít fejleszteni a kereső- és a kommunikációs képességeiteket.

Minden paragrafus végén találkoztok majd a következő részekkel, amelyekkel ellenőrizhetitek, hogy elsajátítottátok-e a tananyagot:

Ellenőrizétek a megszerzett tudást!



Gondolkodjatok el rajta!



Kreatív feladat



TANULMÁNYI PROJEKTEK szolgálnak arra, hogy kialakuljon bennetek az önálló munka készsége, a szakirodalmi forrásokból szükséges információ keresésének képessége.

A biológia és az ökológia sikeres elsajátításának fontos alkotói a **GYAKORLATI MUNKÁK**. Ezek segítenek nektek kialakítani a speciális és a gyakorlati készségeket.

Azon képességek létrehozása, amelyek segítik a tudományos információk befogadását, logikus elemzését, lényegének felfogását, a saját ismeretek gyakorlatba való átültetését, fejleszti a kulcsfontosságú kompetenciákat. Ezeket ti kialakítotátok magatokban az előző években a különböző tantárgyak tanulása közben. Ezek között a legfőbbek:

a tanulás és a tudás alkalmazásának készsége;

az együttműködés, a csapatmunka készsége;

a személyes és vezetői tulajdonságok kialakítása;

törekvés az önképzésre, az információs technológiák alkalmazására;

az egészséghez való megfelelő hozzáállás;

a polgári felelősség.

Ezeket elsajátítva könnyebb lesz a pályaválasztás, sikeresek lehettek a szakterületeiteken. Lehetséges, hogy a biológia és az ökológia tanulmányozása hatással lesz majd az életpályátok kiválasztásában, és immáron a felsőfokú tanintézmények falain belül folytathatjátok a biológia, az ökológia és az orvoslás meghódítását.

Tehát, a szerzők sok sikert kívánnak az összetett és érdekes élő természet megismeréséhez!



5. TÉMA ALKALMAZKODÁS

Ebben a témakörben megismerkedtek:

- az adaptációk – mint a biológiai rendszerek általános tulajdonságának – kialakítási képességével;
- az organizmusok és környezetük egységességének elvével;
- az adaptációk kialakulásának általános törvényszerűségeivel az élő anyag minden szerveződési szintjén, és azok tulajdonságaival;
- az állatok és növények életformáival, amelyek a környezethez való alkalmazkodás következményei;
- az organizmusok koevolúciójával és koadaptációjával;
- az organizmusok környezetével és adaptációival;
- az adaptív jellegű biológiai ritmusokkal és jelentőségükkel.

1. §. AZ ALKALMAZKODÁS MINT A BIOLÓGIAI RENDSZEREK UNIVERZÁLIS TULAJDONSÁGA

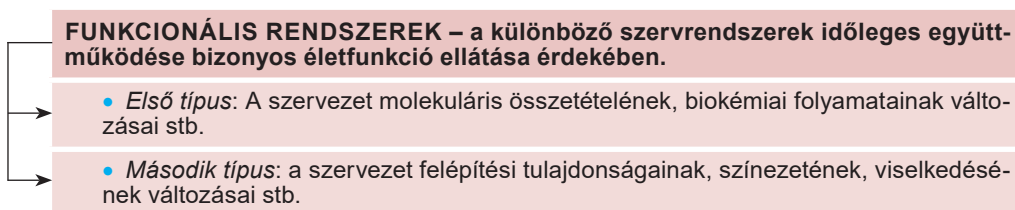
Emlékezzetek, mi a biológiai rendszer!? Mi az evolúció, az aromorfózis, az idioadaptáció, az általános degeneráció, a genom, a homeosztázis? Mik a szervrendszerek?

Bármely környezetváltozást csak azok a szervezetek képesek túlélni és szaporodóképes utódokat létrehozni, amelyek alkalmazkodtak a változásokhoz.

AD *Az adaptáció – a felépítés, a kémiai összetétel és a funkciók, a viselkedés alkalmazkodásának folyamata, illetve a populációk, a fajok társulásainak alkalmazkodása a létfeltételekhez.*

Az alkalmazkodóképesség – a különböző szerveződési szintű (a legalacsonyabb molekuláristól a legmagasabb bioszféra szintig) biológiai rendszerek univerzális tulajdonsága. A sejt, a szövet vagy a szerv szintjén az adaptációk megjelenhetnek funkcionális vagy morfológiai változás képében. A szervezet szintjén ezek megjelennek a szervek vagy a szervrendszerek, illetve a teljes szervezet, mint integrált biológia rendszer, felépítésbeli és funkcionális változásában.

Az ilyen adaptációkra lehet példa a szervezet funkcionális rendszereinek kialakulása (1. 1. ábra).



1. 1. ábra. Funkcionális rendszerek típusai, amelyek biztosítják a biológiai rendszerek adaptációját



1. 2. ábra. Példák az élő anyag populáció-faj szintjén tapasztalható adaptációira: 1 – őszi lombhullás; 2 – a vonuló madarak migrációja

A populáció-faj szintjén az adaptációk egy adott faj egyedszámának megőrzésére és növekedésére, a kedvezőtlen környezeti feltételek túlélésére és az új területek benépesítésére irányulnak (1. 2. ábra). Az ökoszisztéma (biogeocönózis) szintjén az adaptációk biztosítják az ökoszisztémák faji sokféleségét, egységességét, stabilitását és önszabályozó képességét.

Jegyezzétek meg!

Az élő anyag bármely szintjén történő adaptáció elsősorban a biológiai rendszerek homeosztázisának fenntartására, vagyis a rendszer összetételének és tulajdonságainak dinamikus állandóságára irányul.

Az evolúció mint a biológiai rendszerekben folytonosan alakuló adaptációk folyamata. Az evolúció folyamatát elgondolhatjuk a biológiai rendszerek alkalmazkodás irányába történő fejlődésének aromorfózisok, idioadaptációk és általános degenerációk segítségével.

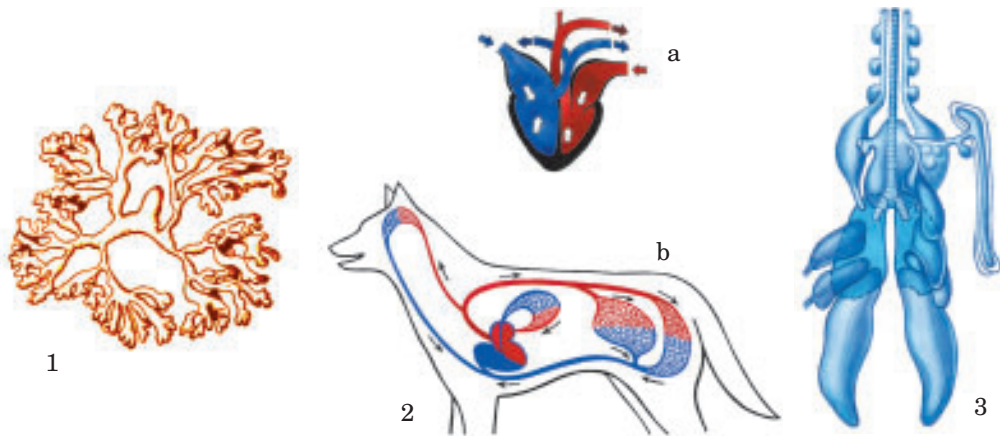
Az aromorfózisok kapcsolatban állnak a szerveződés bonyolultabbá válásával, biztosítják a környezethez való alkalmazkodást. Az **idioadaptáció** a szerveződés változása nélkül végbemenő alkalmazkodás a környezeti feltételekhez. Már tudjátok, hogy az idioadaptációk segítségével történik meg az **adaptív szétterjedés – a rokon szervezetek alkalmazkodása a különböző létfeltételekhez** (1. 3. ábra). Ennek alapja a divergencia – bizonyos jellegállapotok szétválása a közös őstől származó utódokban.

Az **általános degeneráció** kapcsolatban áll a szervezet egyszerűsödésével a parazita, a szedimentális vagy a mozdulatlan életmódra való átváltáskor. Az életmódváltás következtében létrejövő adaptációk szintén a környezethez való jobb alkalmazkodást szolgálják.

Feladat. 1. Felhasználva a biológia órákon és más más forrásokból szerzett tudást jellemezzétek az adaptációkat, amelyek kapcsolatban állnak az aromorfózisokkal, az idioadaptációkkal és az általános degenerációval! 2. Az 1. 4. ábrán válasszátok ki az aromorfózisra, az idioadaptációra és az általános degenerációra vonatkozó példákat! Magyarázzátok meg választásotokat!



1. 3. ábra. Az adaptív szétterjedés példái: a Galapagos-i pintyek csőrformájának változása a különböző táplálékforrások fogyasztásához való alkalmazkodás következtében (**Feladat:** a tanár segítségével elemeztétek, hogyan alkalmazkodott a madarak csőrformája bizonyos táplálékforrások megszerzésére!)



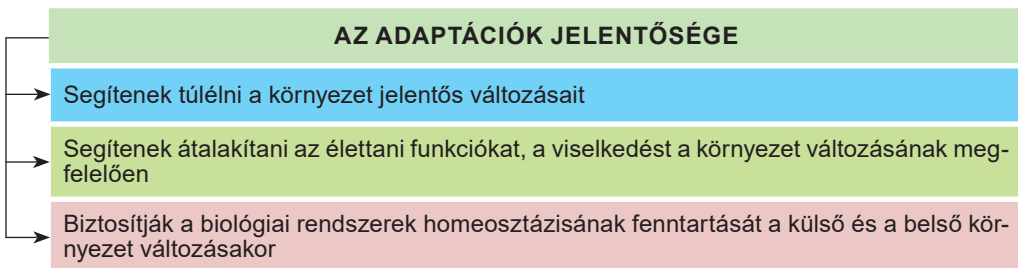
1. 4. ábra. *Határozzatok meg, mi tartozik az aromorfózishoz, az idioadaptációhoz és az általános degenerációhoz!* 1 – a *Dendrogaster* nemhez tartozó rák, ami a tengericsillagok testüregében élősöködik; 2 – az emlősök négyüregű szíve (a) és két vérköre (b); 3 – a madarak légzsákjai

Tehát, éppen az organizmusok környezethez való alkalmazkodása miatt alakult ki a bolygónk csodálatos biodiverzitása.

George Gaylord Simpson (1902–1984), amerikai paleontológus alkotta meg az **adaptív zónák koncepcióját**. Ez azon környezeti feltételek komplexuma, ahol megtörténik valamely taxon evolúciója, és amely meghatározza a taxon evolúciójának irányát. Az új adaptív zóna meghódítása váltja ki az új adaptív szétterjedés folyamatát. Az adaptív zóna kiszélesedése kapcsolatban áll a szerveződés bonyolultabbá válásával, bizonyos aromorfózisok kialakulásával. És fordítva is igaz ez, a fajok specializálódását – a konkrét létfeltételekhez való alkalmazkodását – kísérheti az adaptív zóna beszűkülése. Például, megtörténhet más fajokkal való versengés következtében. A versengés mértékét csökkentheti az új adaptív zónák meghódítása.

Az adaptációk jelentősége az organizmusok életében. Minden élőlény kénytelen folyamatosan alkalmazkodni minden ökológiai feltételhez, akár csak azok komplexeihez, miközben szabályozniuk kell az életműködésüket az adott feltételeknek megfelelően (1. 5. ábra).

● Az ökológiai tényezők kölcsönhatásának szabálya szerint *bármely ökológiai tényező hatásának tolerancia határai változhatnak attól függően, milyen intenzi-*



1. 5. ábra. Az adaptációk jelentősége a biológiai rendszerek normális létezésében és működésében

tással és kombinációban hat a többi tényező. Ennek az ökológiai törvényszerűségnek ti már nem egyszer tapasztaltátok hatását: például, könnyebb elviselni a magas vagy az alacsony hőmérsékletet, ha a levegő száraz és nem fúj erős szél.

Kulcsszavak és fogalmak

adaptációk, adaptív szétterjedés, adaptív zóna, ökológiai tényezők kölcsönhatásának szabálya.

Ellenőrizték a megszerzett tudást!



1. Hogyan alakul ki az adaptáció? 2. Mi az adaptációk jelentősége az organizmusok túlélésében? 3. Mivel jellemezhetőek azok az adaptációk, amelyek a különböző szerveződési szintű biológiai rendszerekben jönnek létre? 4. Mi az adaptív zóna koncepciójának lényege? 5. Miről szól az ökológiai tényezők kölcsönhatásának szabálya?

Gondolkodjatok el rajta!



Miért volna képtelenség az élő anyag evolúciója a bolygón a biológiai rendszerek alkalmazkodóképessége nélkül?

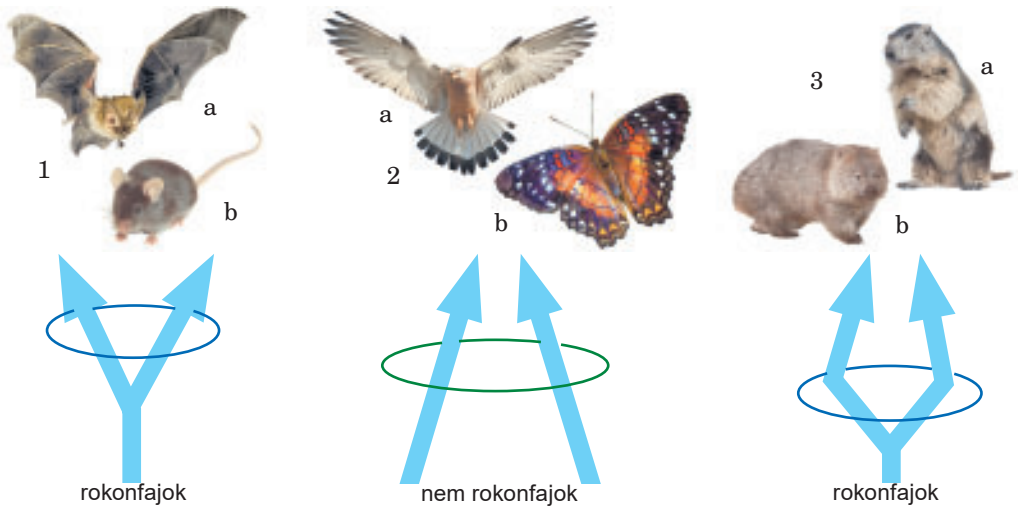
2. §. AZ ORGANIZMUSOK ÉS KÖRNYEZETÜK EGYSÉGESSÉGÉNEK ELVE

Emlékezzetek, milyen életformái vannak a szervezeteknek!? Mi a divergencia, a konvergencia, a paralelizmus? Milyen ökológiai tényezőket nevezünk limitálóknak?

Adaptáció – ez nemcsak a biológiai rendszerek környezetváltozásra adott reakciójának képessége, de a környezet aktív változtatásának és átalakításának képessége is. (*Gondolkodjatok el rajta, miért!*)

A 9. osztályos biológia tananyag átvétele során már megismerkedtetek a szervezetek alkalmazkodóképességét vizsgáló előzményekkel Carl Linnétől Charles Darwinig. Emlékezzetek rá, hogy **Jean Baptiste Lamarck** (1744–1829) volt az első, aki felhívta a figyelmet a környezet által a szervezetekben kiváltott adaptációkra. Ő úgy gondolta, hogy az adaptív változások csak progresszívek lehetnek, mivel bizonyos „bonyolultságra való törekvés” hatására jönnek létre, amely minden organizmusra jellemző. **Charles Darwin** (1809–1882) az adaptációk létrejöttét a túlélés eszközének tartotta. Ő fedezte fel az evolúciós folyamatokat – divergencia és konvergencia (2. 1, 1, 2. ábra). A *divergencia* esetében a közös őstől származó utódok, amelyek eltérő környezeti feltételek között élnek, különböző adaptációkat hoznak létre, mivel megtörténik az adaptív szétterjedés (1. 3. ábra). A konvergencia esetében éppen ellenkezőleg, a nem rokon organizmusok hasonló környezeti feltételek mellett hasonló adaptációt mutatnak. Így jönnek létre az organizmusok bizonyos életformái.

A párhuzamos evolúció esetében, másnéven *paralelizmus* (2. 1, 3. ábra), a hasonló bélyegek egymástól függetlenül jönnek létre a közeli, vagyis a közös őstől származó organizmuscsoportokban divergencia útján. Ezért az ilyen organizmusok sok közös géncsoporttal rendelkeznek. A továbbiakban az ilyen rokon csoportok hasonló környezetbe kerülhetnek, és törvényszerű, hogy génállományukban hasonló mutációk jelennek meg, ami a hasonló bélyegek kialakulásának alapja. Ennek eredményeként a rokon fajok és nemek hasonló örökletes változékonysággal – hasonló adaptációkkal – jellemezhetőek, olyan pontossággal, hogy egy fajon vagy nemen belül tanulmányozva a formákat, előre láthatóak hasonló formákkal rendelkező közeli fajok és nemek megtalálása. Minél szorosabb rokoni kapcsolat van az ilyen organizmusok között, annál nagyobb hasonlóság mutatkozik náluk az örökletes változékonyságukban.



2. 1. ábra. Az evolúció irányait illusztráló séma: 1 – divergencia (emlősök: a – kis denevér, Denevérek rendje; b – egér, Rágcsálók rendje); 2 – konvergencia (a – madár, Madarak osztálya; b – lepke, Rovarak osztálya); 3 – paralelizmus (a – mormota, méhlepényesek; b – vombat, erszényesek)

Feladat. Jellemezzék az adaptáció kialakulásának sajátosságait divergencia, konvergencia és paralelizmus esetén!

A homeosztázis koncepciója. A homeosztázis koncepciójának alapjait a francia orvos és fiziológus **Claude Bernard** (1813–1878) alkotta meg. Szerinte a homeosztázis az alapfeltétele a szervezet létezésének, amikor a belső vagy külső környezet változásait feltétlenül kompenzálni és kiegyenlíteni szükséges. Ezt a koncepciót a későbbiek során az amerikai fiziológus **Walter Bradford Cannon** (1871–1945) fejlesztette tovább. Megmutatta, hogy a szervezet belső közegének dinamikus, állandó összetételét sokféle és összetett folyamatok láncolata tartja fenn. Ő javasolta a 'homeosztázis' szakkifejezést. A homeosztázist Cannon szerint az önszabályozás azon mechanizmusai tartják fenn, amelyeket az élőlények az evolúció során szereztek meg. Tehát, a homeosztázist tökéletes adaptációs folyamatok érik el.

A XX. század elején jöttek létre az organizmusok környezeti feltételekhez való alkalmazkodásának következő elképzelései:

- alkalmazkodás az új feltételekhez vagy azon feltételekhez, amelyek periodikusan változnak – ezek olyan feladatok, amelyeket folyamatosan meg kell oldani;
- alkalmazkodás, amely szoros kapcsolatban áll a szervezetek biokémiai és fiziológiai folyamatainak önszabályozásával;
- az állatoknál az alkalmazkodás kapcsolatban állhat viselkedésváltozással.

Az adaptációról szóló ismeretek sajátos tartalmak, amelyek magukba foglalják a különféle biológiai tudományágakat: molekuláris biológia, biokémia, virológia, mikrobiológia, botanika, mikológia, állattan, anatómia, élettan, az egyedfejlődés biológiája, ökológia, evolúcióbiológia stb.

Az organizmusok és a környezetük egységesség-elvét először a fiziológus **Iván Mihajlovics Szecsenov** (1829–1905) írja le: bármely organizmus (növényi

vagy állati) önszabályozó, nyílt rendszer, amely szoros kapcsolatban áll a környezetével anyag- és energiacsere folyamataival.

A környezet feltételeinek hirtelen változásaikor a korábban megszerzett adaptációk általában elvesztik jelentőségüket. Ilyenkor nagy jelentősége van az **adaptív potenciálnak** – a szervezetek genetikailag meghatározott alkalmazkodó képességének az új vagy megváltozott környezeti feltételekhez. Így egy faj areájának különböző pontjain, a különböző feltételek között élő populációk, az adaptív potenciáljuk következtében eltérően alkalmazkodhatnak. Minél magasabb egy faj adaptív potenciálja, annál változatosabb módon tud alkalmazkodni. A magasfokú adaptív potenciál következtében az organismusok változatos, gyakran extrém feltételek között képesek létezni: a magashegységekben, a sivatagokban, a tengeri mélységekben stb.

Jegyezzétek meg!

Az evolúciobiológia legfőbb posztulátuma – a szervezetek, amelyek alkalmazkodtak a környezet változásaihoz, képesek túlélni és utódokat nemzeni.

Kulcsszavak és fogalmak

a homeosztázis koncepciója, az organismusok és környezetük egységességének elve, adaptív potenciál.

Ellenőriztétek a megszerzett tudást!



1. Miért szolgálja az alkalmazkodás a homeosztázis fenntartását? 2. Mi az organismusok és környezetük egységességi elvének lényege? 3. Mi az adaptív potenciál?

Gondolkodjatok el rajta!



Az ismert angol biológus C. Darwin úgy gondolta, hogy az adaptáció mindig relatív és sohasem abszolút. Mit gondoltok, miért?

Kreatív feladat.



Hozzatok fel példákat olyan organismusokra, amelyek képesek megélni extrém körülmények között! Találjátok ki elméletileg, mely fajok rendelkeznek olyan adaptív potenciállal, hogy képesek alkalmazkodni a jelenlegi globális ökológiai krízishez!

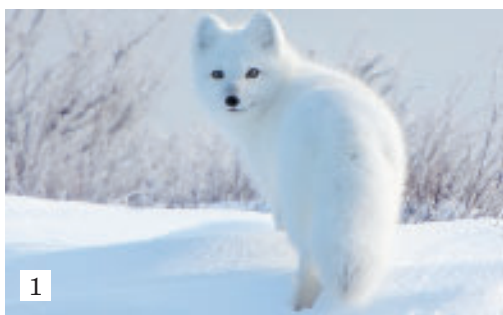
3. §. AZ ADAPTÁCIÓK KIALAKULÁSÁNAK ÉS TULAJDONSÁGAINAK TÖRVÉNYSZERŰSÉGEI

Emlékezzetek, mi az adaptív potenciál! Hogyan szabályozódik a gének aktivitása? Mely gének tartoznak a szabályozókhoz és melyek a strukturálisakhoz? Mi a populáció génállománya?

Az alkalmazkodás genetikai alapjai. Már tudjátok, hogy minden élőlény-csoportra jellemző egyfajta adaptív potenciál, amelyet az örökletes információ készlet – a genom – határoz meg. Az örökletes információ a külső környezet hatására realizálódik.

Az adaptációk csak bizonyos feltételek mellett jöhetnek létre. Ezt állítja az **organismusok genetikai meghatározottságának megfelelése a környezeti feltételeknek szabálya**: bármely faj addig marad fenn, ameddig genetikailag képes a környezeti feltételek változásához és ingadozásához alkalmazkodni.

Már tudjátok, hogy bizonyos feltételek mellett egyes gének inaktívvá válnak, míg mások aktiválódnak. Az örökletes információ realizációja függ a környezeti feltételeitől. Ezért egy és ugyanazon genotípus képes több fenotípust meghatározni.



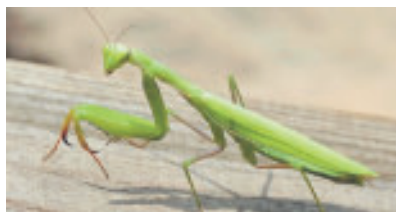
3. 1. ábra. A kutyafélék családjának képviselője – a sarki róka. A sarkvidék lakóira jellemző a szőrme színezetének szezonális változása: az őszi vedlés során fehérré válik (1), ami az állatot észrevehetetlenné teszi télen. A tavaszi vedléskor barnává válik (2). A szőrme színét meghatározó egyik vezető tényező – a levegő hőmérséklete.

ni, attól függően, hogy milyen feltételek között realizálódik az egyed örökletes információja (3. 1. ábra).

Az örökítőanyag nem a bélyeget határozza meg, hanem azt, hogy az adott jelleg milyen határok között jelenik meg. Ezt a jelenséget nevezzük **reakciónormának**. Minél szélesebb a reakciónorma egy bizonyos bélyeg esetében, annál nagyobb az esélye a szervezetnek, hogy alkalmazkodjon a környezeti feltételekhez. A széles reakciónorma lehetőséget nyújt a változékonny körülmények közötti életben maradásra. A szervezet alkalmazkodó-képességét meghatározó bélyegek többsége széles reakciónormával jellemezhető.

Új adaptációk megjelenése korábban kialakult új mutációk létrejöttének (*mutációs változékonyság*) vagy új mutáns allél kombinációk (*kombinatív változékonyság*) megjelenésének következménye. Ha a mutáció semleges jellegű (vagy bizonyos feltételek mellett akár hasznos is lehet), akkor az ilyen egyed képes túlélni és továbbadni az örökítőanyagát az utódainak. Később az ilyen mutáns allélnak esélye van elterjedni a populációban, és gyakoribbá válik a génállományban. Bizonyos idő elteltével az egyes egyedek alkalmazkodása átalakulhat a populáció összes egyedére jellemző alkalmazkodássá. Például, a szöcskéknek vagy az imádkozó sáskáknak az év során a tavaszi-nyári zöld színe átváltozik a nyári-őszi barnára (3. 2. ábra). Rovarok színének változása kapcsolatban áll a növényzet színének változásával. Ez példa volt a mimikrire, ami megkönnyíti az állatok beolvadását a környezetbe. Egy faj populációi közti génáramlás esetén az egyik populációra jellemző új bélyeg később rögzülhet a faj szintjén.

3. 2. ábra. Az imádkozósáska színének változása a tavaszi-őszi periódusban – a növényzet színváltozásához való alkalmazkodás. A rovarok ilyen színváltozását egy sajátos neurohormon szabályozza, amit az agy neuroszekrécións sejtjei állítanak elő.

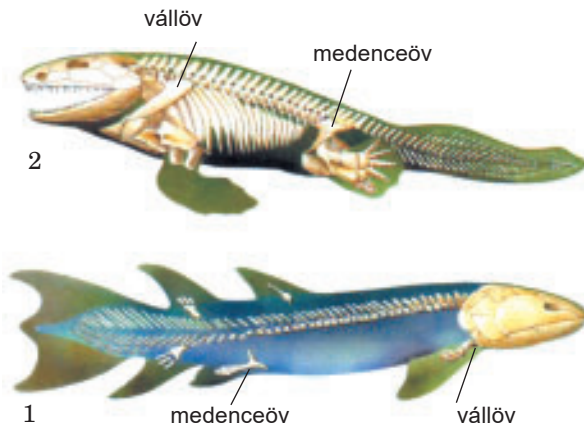


A preadaptációk jelentősége az alkalmazkodás folyamatában. Az adaptációk gyakran *preadaptációkból* alakulnak ki – bizonyos faj olyan tulajdonságai vagy adaptációi, amelyek potenciálisan adaptív értékűek lehetnek. A preadaptációk koncepciójának lényege, hogy sok szerv és adaptáció elsődlegesen más funkciót lát el, mint a fejlődésének későbbi stádiumaiban. Egy bizonyos idő elteltével a szerv elkezd más, a szervezet számára a korábbinál fontosabb funkciót ellátni. Például, a gerincesek megjelenése a szárazföldön kapcsolatban áll bizonyos preadaptációkkal. Így a halak mellúszója megerősödött a vállöv megjelenésével (3. 3. ábra). Ennek köszönhetően később kialakultak a szárazföldi állatok páros végtagjai.

Azt az evolúciós pillanatot, amikor a szerv új funkciót kap, és elkezd új adaptív szerepet ellátni – *preadaptációs küszöbnek* nevezzük. Az evolúció során megváltozott szerv elveszítheti korábbi funkcióját. Például, a halak első kopolyúívének – az állkapocs funkciója – új funkciója olyan fontossá vált, hogy az előző funkciója (légzési mozgások ellátása) később elveszett (3. 4. ábra).

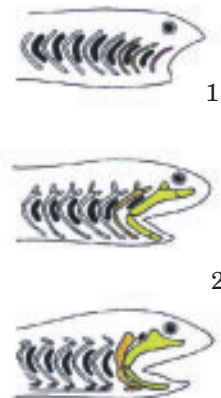
A 'preadaptáció' kifejezést 1911-ben javasolta **Lucien Cuénot** (1866–1951). Preadaptáció alatt a szervezet olyan sajátosságait értette, amelyek véletlenül jönnek létre (vagyis mutációk következtében), de később adaptív értékűvé válnak. Ugyanakkor az organizmus (vagy szerv) preadaptív állapota nem közvetlenül a véletlen mutációk eredménye, hanem az előzetes adaptív evolúcióé.

Feladat. A növények szennyezet levegővel szembeni ellenálló képességét bizonyos mértékig olyan struktúrák teszik lehetővé, amelyek biztosítják a szárazságtűrésüket (például a kutikula, amely befedi a levél felszínét). Gondolkozzatok, hogyan lehet ezt kiszámítani, különösen akkor, amikor zöldebbé szeretnénk tenni egy várost, amely ipari termelése túlfejlett és intenzív a közlekedése!? Tegyetek javaslatokat!



3. 3. ábra. A bolytosúszójú halaknál (1) az evolúció során megjelentek a páros úszók függesztővei (vállöv és medenceöv), amelyek valószínűleg segítettek ezeket a halakat a víz felé emelkedni, és légköri levegővel lélegezni; ezekből jöttek létre az evolúció során az elsődlegesen szárazföldi életmódot folytató állatok végtagjainak függesztővei (2 – az egyik első szárazföldi állat – az ichthyostega)

3. 4. ábra. A kopolyúívek elsődlegesen a kopolyúúk (1) támasztását szolgálták, de az állkapocsoknál az első pár kopolyúív átalakult alsó állkapocssá (2, zölddel van jelölve), ennek segítségével ezek az állatok képesek aktívan bekebelezni az ételt.



Egyes organizmusokban a szabályozógének mutációi kiváltják az ivarérés folyamatának felgyorsulását egészen a neoténia kialakulásáig.

Neoténia (gör. *neos* – éretlen, *teino* – elnyújtom, meghosszabbítom) – **jelenség, melynek során az egyedek képessé válnak az ivaros szaporodásra és az ontogenezis (egyedfejlődés) befejezésére a fejlődésük korai szakaszában, még a felnőttkor elérése előtt.**

Jó tudni



Az 'axolotl' kifejezés Közép-Amerika őslakosaitól, az aztékoktól ered, jelentése vízi kuty. Ez azzal áll kapcsolatban, hogy a 30 cm hosszú neotenikus lárva nagy és széles fejjel, széles szájnyílással rendelkezik, illetve kis szemekkel, amelyek mögött külső kopolytúk vannak (3. 5. 1. ábra). Ha az állat állandóan a vízben van, a metamorfózis nem fejeződik be, és megmaradnak a külső kopolytúk. Ugyanakkor, ha az állat sokkal szárazabb körülmények közé kerül és lehül a környezet (például jelentősen lecsökken az akvárium vízszintje), ez kiváltja a metamorfózis befejezését: eltűnnek a külső kopolytúk, az axolotl néhány hét alatt felnőtt állattá, ambisztommá alakul át (3. 5. 2. ábra). A metamorfózis folyamatát a pajzsmirigy tiroxin hormonja kontrollálja. Gondolkodjatok, mi az adaptív jelentősége ennek a jelenségnek!?



3. 5. ábra. 1 – axolotl (neotenikus lárva);
2 – ambisztoma
(Feladat: határozzátok meg, hogy a kétélttűek melyik rendjébe tartozik ez a faj!)

Az evolúció során lehetséges a **posztadaptáció is** – az **organizmusok változása, a már meglévő adaptációk tökéletesedése az adott környezeti feltételekhez**. Posztadaptáció például az emésztőrendszer, a vérkeringés, a légzés, az idegrendszer bonyolultabbá válása és tökéletesedése.

Jegyezzétek meg!

A biológiai rendszerek a bizonyos belső vagy külső környezeti feltételekhez való alkalmazkodásának folyamatát **adaptációgenézisnek** nevezik.

Kulcsszavak és fogalmak

az organizmusok genetikai meghatározottságának megfelelése a környezeti feltételeknek szabálya, preadaptáció, neoténia, posztadaptáció, adaptációgenézis.

Ellenőrizték a megszerzett tudást!



1. Miről szól az organizmusok genetikai meghatározottságának megfelelése a környezeti feltételeknek szabálya? 2. Hogyan határozza meg az örökítőanyag az egyedek alkalmazkodóképességét? 3. Mi a preadaptáció és mi a biológiai jelentősége? 4. Miben különbözik a posztadaptáció a preadaptációtól? 5. Mi az adaptációgenézis?

Gondolkodjatok el rajta!



Milyen preadaptációk az alapjai a növények különféle adaptációinak? Hozzatok fel példákat!

4. §. AZ ADAPTÁCIÓK TULAJDONSÁGAI. AZ ORGANIZMUSOK ADAPTÍV STRATÉGIÁI

Emlékezzetek, mi az adaptív potenciál! Mik az atavizmusok és a csökevényes szervek? Mely organizmusokat nevezünk melegvérűeknek és hidegvérűeknek? Mik a baktériumok cisztái és spórái?

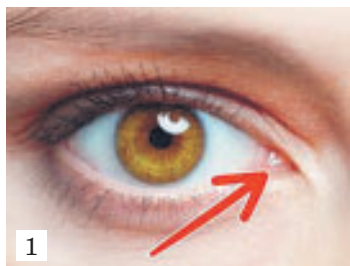
Felsoroljuk az **adaptációk fő tulajdonságait**.

● **Nem léteznek univerzális adaptációk**, amelyek képessé tennék az organizmusokat túlélni minden körülmények között. Az adaptációk csak abban a környezetben adaptív jellegűek, amelyben kialakultak. A környezetváltozás esetében az adaptációk elveszthetik jelentőségüket, és az organizmusok a túlélés érdekében új adaptációkat kell kifejlesszenek. Miután az adaptáció elveszti jelentőségét, egy idő elteltével az őt meghatározó allél gyakorisága a populációban lecsökken. Recesszív állapotban fennmaradhat, mint az örökletes változékonyság tartaléka, miközben a heterozigóta egyedekben nem jelenik meg fenotípusosan. Ugyanakkor időről időre az allél megjelenhet a homozigóta egyedek fenotípusában. Az ősökre jellemző bélyegek visszatérésének jelenségét **atavizmusnak** nevezzük (4. 1. ábra).

● **Az adaptációk nem állandóak**: azok az adaptációk, amelyek elvesztették jelentőségüket idővel eltűnnek, helyettük újak alakulhatnak ki. Azok a struktúrák vagy szervek, amelyek elvesztették adaptív jellegüket az evolúció folyamatában fennmaradhatnak **csökevényes szervek** formájában. Ezek vagy nem látnak el semmilyen funkciót (például az emlősök harmadik szemhéja, a pislogó hártya), vagy új funkciót látnak el. Például, a legyek billérje, a második pár szárny csökevénye, segíti a rovar az egyensúlyozásban repülés közben. A kaktuszok tövisai levélcsokevények, amelyek új funkciót látnak el – véd a növényevőktől (4. 2. ábra).



4. 1. ábra. 2006-ban fedeztek fel egy delfint, amelyik az uszonyain (jól fejlett elülső végtagok minden egyednél) kívül rendelkezik gyengén fejlett hátsó végtagokkal is. (Feladat: Hozzatok fel több példát atavizmusra!)



4. 2. ábra. Példák csökevényes szervekre: 1 – az ember pislogó hártája; 2 – a kaktuszok tövisai (Feladat: Hozzatok fel több példát állati és növényi csökevényes szervekre!)

● **Az organizmusok megfelelő adaptáltsága bizonyos feltételhez, nem jelenti azt, hogy más tényezőkhöz is jól alkalmazkodtak (az adaptációk relatív függetlenségének szabálya)**. Így például a zuzmók, amelyek képesek a szerves anyagban szegény felületeken (például sziklákon) megtelepedni, túlélni a hosz-

4. 3. ábra. Földalatti életmódot folytató emlősök: 1 – vakond; 2 – földikutya (*Feladat: mutassatok rá a két faj hasonló adaptációira, amelyek segítik a talajban való életet!*)



szantartó száraz időszakot vagy a kedvezőtlen hőmérsékleti viszonyokat nagyon érzékenyek a szennyezett levegőre.

- *Még a közeli rendszertani csoportokhoz (nemek, családok, rendek) tartozó fajok sem rendelkeznek azonos adaptációkkal.* Tehát, bármely környezetben éljen is a faj, saját adaptációkészlettel rendelkezik. Erről szól az **ökológiai individualitás szabálya**: minden faj bizonyos tényező együtteshez sajátos módon alkalmazkodik. Például, a vakond (Rovarevők rendje) és a földikutya (Rágcsálók rendje) alkalmazkodtak a talajlakó életmódhoz. Ugyanakkor a vakond a mellső lábaival vájja az üregeit, míg a földikutya a metszőfogaival, és a földet a fejével távolítja el a járatokból (4. 3. ábra).

- *Nem léteznek abszolút adaptációk.* Például, a sarkinyúl az őszi vedléskor, a hőmérséklet csökkenése miatt, megváltoztatja szőrzete színét szürkéről fehérre, ami észrevehetetlenné teszi a havon. Ugyanakkor a hőmérséklet csökkenése nem mindig párosul havazással, ezért az állat könnyen észrevehető (4.4. ábra).

- *Az adaptációk, amelyek jellemzőek egy faj összes egyedére vagy legalábbis a többségére, a törzsfajlódás (filogenezis) során jönnek létre fokozatosan, nemzedékről nemzedékre.* A szervezet nem minden bélyege adaptív jellegű, de az evolúció során azzá válhat.

- *Az alkalmazkodás eredménye – az adaptív hatás – általában a biológiai rendszerek különböző kölcsönhatásainak eredménye.* **Emlékezzetek:** az emlősök különböző csoportjai az adaptív szétterjedés során alkalmazkodtak a különböző típusú táplálékforrásokhoz. (*Hasonlítsátok össze például a farkas, a kérődzők, a rágcsálók, a delfinek fogazatát!*). Az ilyen adaptációk nemcsak a fogak esetében jöttek létre, de az állkapocs és a rágóizmokban is. **Jegyezzük meg:** az adaptációk kialakulását behatárolja a bioszisztémák adaptációs képessége.

- *Az organizmusok adaptáltságának szintje nem függ a szervezetségi szintjüktől:* például, az egyszerű sejtfelepítésű prokarioták könnyen alkalmazkodnak a kedvezőtlen körülményekhez, és effektíven képesek szaporodni, amint a körülmények kedvezővé válnak. (*Emlékezzetek a ciszta és spóráképződésre!*)



4. 4. ábra. A sarkinyúl nyári (1) és téli (2) színezete bár növeli a túlélési esélyeit a megfelelő évszakban, de nem garantálja az ideális védelmet a ragadozókkal szemben.



4. 5. ábra. Példa a növények élőhelyükhöz való aktív alkalmazkodására: a gamandor a csapadékos időszakban viszonylag nagy leveleket fejleszt (1); a száraz időszakban a levelek kisebbé, pikkelyszerűvé válnak. A nagyon száraz periódust ez a faj levelek nélkül éli túl, csak a zöld szára és tövisei maradnak meg (2)

Az organizmusok adaptációs stratégiáit három típusra lehet osztani.

Az organizmusok a környezet feltételeinek változása függvényében képesek aktívan alkalmazkodni a környezetük feltételeihez, szabályozva a saját életműködésüket. Például, a madarak és emlősök testhőmérséklete állandó marad még nagyon hidegben is; a sivatagban pedig az ízeltlábúak a szárazság ellenére aktívan fenntartják a testük viszonylagos állandó víztartamát. A változó nedvességtartalmú helyeken élő növények képesek megváltoztatni a levéltípusukat (4. 5. ábra).

Az organizmusok környezetükhöz való passzív alkalmazkodási módja – az életfolyamatok alárendelése a környezet feltételeinek változásaihoz. Például, a változó testhőmérsékletű (hidegvérű) állatokban a levegő hőmérsékletének csökkenésekor lecsökken az anyagcsere intenzitása is. Az egyes állandó testhőmérsékletű (melegvérű) állatok inaktív állapotban jelentősen csökkenthetik testhőmérsékletüket. (Például a sündisznó vagy a barna medve téli álmat alszik.) Ez lehetőséget nyújt jelentős mértékben lecsökkenteni az energiafelhasználást (4. 6, 1. ábra). Egy másik példa: a burgonya veszélyes kártevője, a burgonya-fonálféreg cisztái (4. 6, 2. ábra) képesek fennmaradni a talajban 10 évig (illetve az anyagegyed kültakarója védelmet biztosít a peték és a lárvák számára).

Az organizmusok környezetükhöz való passzív alkalmazkodási módja – az életfolyamatok alárendelése a környezet feltételeinek változásaihoz. Például, a változó testhőmérsékletű (hidegvérű) állatokban a levegő hőmérsékletének csökkenésekor lecsökken az anyagcsere intenzitása is. Az egyes állandó testhőmérsékletű (melegvérű) állatok inaktív állapotban jelentősen csökkenthetik testhőmérsékletüket. (Például a sündisznó vagy a barna medve téli álmat alszik.) Ez lehetőséget nyújt jelentős mértékben lecsökkenteni az energiafel-



használást (4. 6, 1. ábra). Egy másik példa: a burgonya veszélyes kártevője, a burgonya-fonálféreg cisztái (4. 6, 2. ábra) képesek fennmaradni a talajban 10 évig (illetve az anyagegyed kültakarója védelmet biztosít a peték és a lárvák számára).

A kedvezőtlen létfeltételek változásának elkerülése (egyes rovarok, halak, madarak, emlősök vándorlása és nomád életmódja – 4. 7. ábra). Az organizmusok életciklusa olyan, hogy a fejlődésük legérzékenyebb fázisai a legkedvezőbb periódusra essen, és a kedvezőtlen periódusokban a nyugalmi fázis következzen (például a rovarok bebábozódása).

4. 6. ábra. Példák az organizmusok passzív alkalmazkodására: 1 – a sündisznó téli álma; 2 – a burgonya-fonálféreg cisztái

4. 7. ábra. Amikor a vándorsáska populációsűrűsége jelentéktelen, a lárva és az imágó (az ivarérett egyed) zöld vagy barna színű (1); az ilyen magányosan élő forma nem alkot rajt; ha a populációsűrűség nagy, a lárvák és az imágók színe élénkké válik (sárga vagy narancsárga fekete pöttyökkel). Így jön létre a raj forma (2), amely nagy vándorutakat megtevő rajokat alkot, elpusztítva maguk után a növényzetet.



Kulcsszavak és fogalmak

atavizmus, csökevényes szervek, az adaptációk relatív függetlenségének szabálya.

Ellenőrizték a megszerzett tudást!



1. Nevezétek meg az adaptáció fő tulajdonságait! 2. Az adaptáció kialakulása szempontjából mi az atavizmus? 3. Mi a hasonlóság és az eltérés az atavizmus és a csökevényes szervek között? 4. Mit állít az adaptációk relatív függetlenségének szabálya? 5. Magyarázd el az ökológiai individualitás szabályát? 6. Jellemezzétek az organizmusok fő adaptív stratégiáit!

Gondolkodjatok el rajta!



Hogyan lehet a csökevényes szervek segítségével illusztrálni, hogy az adaptációk nem állandóak, és eltűnhetnek miután elvesztik adaptív jelentőségüket? Hozzatok fel példákat!

5. §. ADAPTÁCIÓK KIALAKULÁSA A MOLEKULÁRIS SZERVEZŐDÉSI SZINTEN

Emlékezzetek, mik a plazmidok!? Milyen organizmusok rendelkeznek haploid, diploid, poliploid kromoszómakészlettel? Mi a preadaptáció és az adaptációs potenciál? A természetes szelekció milyen formáit ismeritek? Mik az enzimek (fermentátumok)? Milyen tulajdonságaik vannak? Mi a mimikri? Milyen vegyületeket nevezünk glükoproteideknak?

Az adaptációk kialakulása a molekuláris szerveződési szinten. A molekuláris szinten tárolódik és realizálódik az örökletes információ. (**Emlékezzetek**, ezt írja le az organizmusok genetikai meghatározottságának megfelelése a környezeti feltételeknek szabálya!) A prokarioták csak egy DNS-molekulával rendelkeznek a magzónában (a nukleoidban), ezért az örökletes információ-készletük az eukarioták haploid kromoszóma-készletének felel meg. Tehát, minden mutáció azonnal megjelenhet a fenotípusukban. Ez növeli az adaptív potenciáljukat, és lehetőséget nyújt gyorsabban alkalmazkodni a környezeti változásokhoz.

Az eukariotáknál az örökletes információ főbb része a magban található. Az eukarioták lehetnek haploidok, diploidok vagy poliploidok. A domináns mutációk azonnal megjelennek a fenotípusban; a recesszívek a heterozigóta állapotban nem jelennek meg, maradnak az örökletes változékonyság sajátos tartalékként. Ugyanakkor a homozigóta állapotban megjelennek a fenotípusban, hatással lehetnek a szervezet adaptív tulajdonságaira. Az új mutációk következtében az allél gének mennyisége megnő. Minél több egy gén alléljainak a száma, annál változatosabb egy bélyeg a populációban. Ennek megfelelően kialakulnak az új adaptációk kialakulásának előfeltételei.

A molekuláris szintű adaptációk gyakran kapcsolatban állnak a megfelelő gének aktiválódásával vagy kikapcsolásával, ami a makromolekulák összetételé-



5. 1. ábra. A farkasalmalepke (1) és hernyója (2), ami a farkasalmával táplálkozik

nek változásához vezet, vagy megváltozik a tulajdonságuk. Például, ez történik az emésztő enzimek összetételével és aktivitásával. Az 5. 1. ábrán a faunánk egyik legszebb nappali lepkefaja – a farkasalmalepke (1) – látható, amely megtalálható Ukrajna Vöröskönyvében. Ennek a fajnak a hernyója (2) csak a farkasalma nemzetség levelét képes elfogyasztani. A farkasalma alkaloidokat tartalmaz, amelyek mérgezővé teszik. A farkasalmalepke faj ezzel a specializálódással kerüli el a versengést más fajokkal, de ez behatárolja az elterjedését.

Léteznek organizmusok, amelyek képesek különböző típusú táplálékok elfogyasztására. Az ilyen állatfajokat **polifágoknak** nevezzük (gör. *poly-* – sok és *phagein* – enni) (5. 2. ábra). A polifágia – az ökoszisztémák változásaihoz való alkalmazkodás. (*Gondolkodjatok el rajta, miért!*) A polifágok sokféle emésztőenzimmel rendelkeznek, de nem mindegyik aktív egyidejűleg. Addig, amíg egy táplálékforrás rendelkezésre áll bizonyos enzimek aktívak. Amint megváltozik a táplálékbázis, más enzimek aktiválódnak.

A molekuláris szinten tapasztalható adaptációk közül fontos jelentőségű a **metabolikus szabályozás** jelensége – az enzimek aktivitásának csökkenése vagy növekedése a mozgás, a növekedés, a nyugalmi állapot, a fejlődési stádiumok, a levegő oxigéntartalma függvényében. Az organizmusok enzimjeinek struktúrájára és funkciójára hatást gyakorolhatnak az abiotikus tényezők is: a hőmérséklet, a páratartalom stb.

Tehát, ha megváltoznak a környezeti körülmények vagy a szervezet új fejlődési szakaszba lép, új metabolikus feladatok jönnek létre, amelyek megoldásához mennyiségi és minőségi változásokra van szükség.



5. 2. ábra. Polifág (mindenevő) állatok: 1 – a vöröshangya képes elfogyasztani több száz gerinctelen fajt és azok maradványait, a levéltetvek váladékát, illetve a növényi táplálékot; 2 – a folyami rák állatokat és növényeket, illetve azok maradványait fogyasztja; 3 – a dolmányos varjú rovarokkal, halakkal, békákkal, gyíkokkal, rágcsálókkal, madárfiókákkal és madártojással, növényekkel, ételmaradványokkal táplálkozik.



Az ember tápcsatornájában két amóba faj lehet: *Entamoeba coli* és a vérhasamóba (*E. histolytica*). Az előbbi nem ártalmas az egészségre. A vérhasamóba főként a szimbionta baktériumokat és a táplálékmaradványokat fogyasztja, ilyenkor ez a faj sem ártalmas. Ugyanakkor bizonyos körülmények között (*emlékezzetek*, melyek ezek) képes enzimeket kiválasztani, amelyek megbontják az ember bélfalát, és vérhast okoznak. Az *E. coli* ilyen enzimeket nem képez.



5. 3. ábra. Az antarktisz vízekben élő csíkos jégahal példa a hidegkedvelő fajokra, testhőmérséklete $-1,98\text{ }^{\circ}\text{C}$. Az erősen sós víz fagyáspontja $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ alatt van.

Egy másik példa a molekuláris szintű adaptációra – a *molekuláris mimikri* jelensége, amely néhány parazitára jellemző. A hosszantartó koevolúció során az élősködő és a gazdaszervezet molekuláris felépítése hasonlónak válik, aminek következtében a gazdaszervezet védelmi reakciói megszűnnek.

A szabályozó gének mutációi előidézhetik az enzimek és más makromolekulák koncentrációjának változását, illetve azok új változatainak megjelenését. Így a pontmutációk (a gének nukleotidjainak felcserélődése) új típusú molekulák megjelenéséhez vezet, amelyek biztosítják az új létfeltételekhez való alkalmazkodást. Például, a „fagyálló” glükoproteidok (fehérjékből és szénhidrátokból álló vegyületek) és polipeptidok megjelenése a tengeri csontos halakban lehetőséget nyújt szárukra megőrizni az aktivitásukat a fagypon alatti hőmérsékleteken (5. 3. ábra).

A vírusok is képesek molekuláris szintű adaptációra. A mutációk hatására megváltozhat a vírusrészecskék – a virionok – molekuláris összetétele. Emiatt képesek új sejt típusok vagy más fajok megfertőzésére.

Jegyezzétek meg!

A biológiai rendszerek molekuláris szintű adaptációi biztosítják a magasabb szerveződési szintek adaptációinak kialakulását, és a homeosztázis fenntartását szolgálják.

A molekuláris szintű adaptációk főbb irányai:

- a makromolekulák (fehérjék, nukleinsavak) strukturális egységének fenntartása;
- azon rendszerek stabil működésének fenntartása, amelyek biztosítják az anyagcsere folyamatok irányát, sebességét a külső és a belső környezet változásainak, a szervezet szükségleteinek megfelelően;
- az egyes sejtek és a szervezet egészének megfelelő ellátása energiával és a felépítéshez szükséges anyagokkal.

Kulcsszavak és fogalmak

polifágok (mindenevők), a metabolikus szabályozás jelensége.

Ellenőriztétek a megszerzett tudást!



1. Mivel jellemezhetőek az élő anyag molekuláris szintjén történő adaptációk? 2. Hogyan hatnak a biológiai rendszerek molekuláris szintjén kialakuló adaptációs folyamatok a magasabb szerveződési szintek (sejt, szervezet, stb.) adaptációinak kialakulására? 3. Hozzatok fel példákat a biokémiai adaptációkra, és jellemezzétek azokat! 4. Magyarázzátok el a „molekuláris mimikri” lényegét! 5. Milyen fő irányai vannak a biológiai rendszerek molekuláris szinten létrejövő adaptációinak?

Gondolkozzatok el rajta!

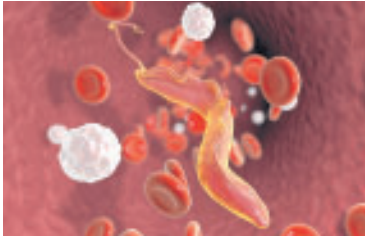


Hogyan hathat az emésztőenzim készlet az organizmusok további evolúciójára?

6. §. ADAPTÁCIÓK KIALAKULÁSA SEJT SZERVEZŐDÉSI SZINTEN

Emlékezzetek a prokarioták és az eukarioták sejt felépítésének sajátosságaira! Mi a citoplazma? Miből áll? Milyen a mitokondriumok felépítése és mi a funkciója? És a lizoszómáknak? Milyen szakaszai vannak az energiacserének?

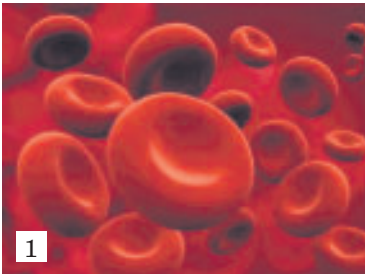
A sejt morfológiai változásával kapcsolatos adaptációk. Bármely sejt működése a funkcionális komponenseinek kölcsönhatásától függ. Felhazunk néhány példát. Tudjátok, hogy vannak egysejtű eukarioták, amelyek



6.1. ábra. *Trypanosoma* – az emberi álmórkór kórokozója – az eritrociták és a leukociták között

képesek aerob és anaerob körülmények között élni. Az aerob organizmusokban az energiacserének három szakasza van: előkészítő, anaerob és aerob. Az aerob szakasz biztosításában fontos szerepe van a mitokondriumoknak, amelyek szintetizálják az ATP-molekulákat. Ezért az anaerob eukarioták (egyes amőbák, papucsállatok vagy a paraziták (az emberi *Trichomonas*)) sejtjeiben nincsenek mitokondriumok. Helyettük más organelumok vannak – **hidrogenozómák**, amelyek az anaerob szervezetek energiacseréjében vesznek részt. Ezeknek kettős membránja van, a belső membránnak kitüremkedései vannak, ami miatt a mitokondriumok krisztáira emlékeztetnek. A hidrogenozómákban végbemenő anaerob biokémiai folyamatok következtében energia szabadul fel, amit a sejt ATP-molekulák szintézisére használ fel.

A 6.1. ábrán az emberi *Trypanosoma* élősködő látható. Figyeljétek meg: az ostora a sejt hátsó feléhez fordul, és kapcsolódik annak testéhez egy vékony membrán segítségével! Ez a membrán egy adaptáció a viszkozus közeghez, például a vérplazmához. Érdekes, hogy a hordozó – cecelég – szervezetében a *Trypanosoma* sejtjei nem rendelkeznek ilyen membránnal. A sejt felépítését megváltoztatva a parazita alkalmazkodik a különböző környezetbe.



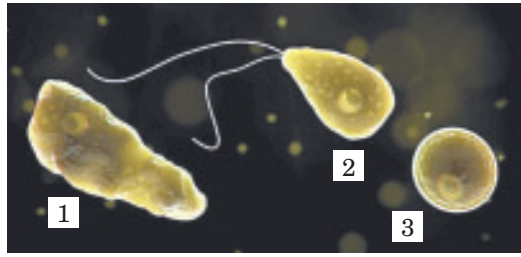
A bizonyos funkciók ellátására kialakuló adaptációk következtében megváltozhat az eukarioták egyes sejt típusainak felépítése is. Már tudjátok, hogy a fajok többségének eritrocitái nem rendelkeznek sejtmaggal (6. 2, 1. ábra). A sejtmaggal együtt, az érett eritrociták elvesztik az organelumaik többségét, így a mitokondriumaikat is. Az emlősök eritrocitáiban így több hely marad a hemoglobinnak, és több oxigént képesek szállítani. Ugyanakkor a mitokondriumok hiánya ellehetetleníti az energiacsere aerob

6.2. ábra. A gerincesek eritrocitái: 1 – az emlősöknél (sejtmag nélküliek); 2 – a békáknál (Figyeljétek meg, hogy van-e sejtmagjuk!)

szakaszának a megvalósulását ezekben a sejtekben. Ezért az emősök érett vörösvérsejtjei az energiaigényüket az anaerob glikolízissal biztosítják.

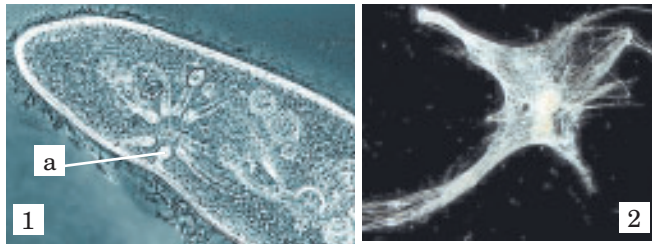
Az eukariota egysejtűek sejtfelépítés változására érdekes példa a *Naegleria* (6. 3, 1. ábra. *Emlékezzetek*, melyik országba tartozik ez a faj!) A *Naegleria* meleg édesvizekben (+25–30 °C él, sőt a +45 °C-os vizekben is megél. A *Naegleria* általában a fenék közelében található, és állábakkal mozog. Ezek segítségével kebelezi be a baktériumokat. Ha a létfeltételek romlanak – megváltozik a víz ionösszetétele¹, bizonyos gének aktiválódnak, és a sejt átépül. A *Naegleria*-nak két ostora jelenik meg, amelyek segítségével képes gyorsan úszni. Így képes elhagyni a problémás helyeket, és kedvezőbb helyekre vándorolni. Ott elveszíti ostorait, és szaporodóképessé válik (az ostoros forma nem szaporodik).

Az evolúció folyamán az egysejtű eukariotákban kialakult az édesvizekben való élethez szükséges adaptáció – a lüktető vakuola (6. 4. ábra). Már tudjátok, hogy a lüktető vakuola munkájának köszönhetően a sejtben viszonylag állandó nyomás van, így történik az ozmoreguláció. Minél kisebb a sók koncentrációja a sejtet körülvevő vízben, annál gyorsabban lüktet ez a sejt-szervecske. (*Gondolkodjatok*, miért!)



6.3. ábra. *Naegleria* életciklusának stádiumai: 1 – ameboid (egy állabat hoz létre); 2 – ostoros; 3 – ciszta

Az evolúció folyamán az egysejtű eukariotákban kialakult az édesvizekben való élethez szükséges adaptáció – a lüktető vakuola (6. 4. ábra). Már tudjátok, hogy a lüktető vakuola munkájának köszönhetően a sejtben viszonylag állandó nyomás van, így történik az ozmoreguláció. Minél kisebb a sók koncentrációja a sejtet körülvevő vízben, annál gyorsabban lüktet ez a sejt-szervecske. (*Gondolkodjatok*, miért!)

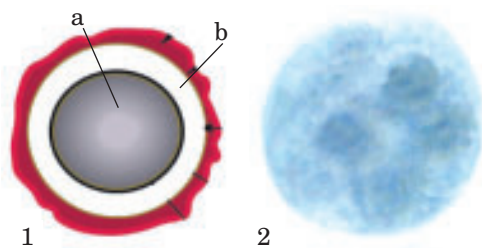


6. 4. ábra. A lüktető vakuola (a), mint a papucsállatka édesvízi életmódhoz való adaptációja. 2. Az édesvízi likacsoshéjú sejtjében ezernyi lüktető vakuola található.

Sok prokariota fontos adaptációja, hogy nyugalmi állapotban képesek spórákat és cisztákat létrehozni. A spórák burka tömörebb (6. 5, 1. ábra), mint a cisztaké, ezért ellenállóbbak a kedvezőtlen feltételekkel szemben. A prokarioták cisztái ellenállnak a szárazságnak, a sugárzásnak, de nem bírják a magas hőmérsékletet. A spórákat és a cisztákat egyes eukarioták is képesek képezni: moszatok, gombák, egysejtű állatok (6. 5, 2. ábra).

A sejtek funkcionális változása, mint adaptáció szorosan kapcsolatban áll a molekuláris szinten történő változásokkal. Például, az iparilag szennyezett körülmények között élő prokarioták megváltoztathatják az enzimszerveik aktivitását. Ez lehetőséget nyújt számukra új vegyületek lebontására, hogy biztosíthassák az anyagcsere szükségleteiket. Az enzimek aktivitásának változásai lehetővé

¹ Például, laboratóriumi körülmények között megfigyelhető a *Naegleria* ostoros formájának kialakulása, amikor az ameboid formát desztillált vízbe teszik.



6. 5. ábra. Spórák és ciszták – nyugalmi stádiumok: 1 – baktériumspórák: a – nyugalmi állapotú sejt; b – többrétegű spóraburok; 2 – a vérhasamóba érett négymagvú cisztája

teszi, hogy az eukarioták változatosabb feltételek mellett is megélhessenek. A soksejtű állatok sejtjeiben a kedvezőtlen körülmények között nőhet a metaboliz-

mus intenzitása, változhat a plazmamembrán felépítése, ezek pedig biztosítják az ionok és a vegyületek szállítását a sejtbe és a sejtből. Azokban a sejtben, amelyekben főként bioszintézis, például a fehérjéké, fejlettebb az endoplazmatikus retikulum. Ugyanez vonatkozik a riboszómákra is.

Jegyezzétek meg!

A sejtszinten az adaptációk főként a plasztikus anyagcsere és az energiacsere folyamatainak aktivitásával állnak kapcsolatban. Mivel az anyagcsere folyamatainak többsége a sejtben energia ráfordítással jár, ezért az adaptáció fő iránya az ATP-molekulák szintézisének szintentartása, amelyre szükség van az egyes sejtek és az egész szervezet működésének biztosítására.

A soksejtű állatok szervezetében a sejtszintű adaptáció az alapja a magasabb-szintű – szövet, szerv, szervrendszer és egyed – adaptációknak.

Kulcsszavak és fogalmak

hidrogenoszóma, lüktető vakuola.

Ellenőrizték a megszerzett tudást!



1. Milyen fő irányai vannak a sejtszintű adaptációknak? 2. Hozzatok fel példákat sejtfelepítés változásával járó adaptációkra! 3. Hogyan változhat az egysejtű eukarioták sejtfelepítése miközben az aerob körülményekből anaerob körülmények közé kerül? 4. Az egysejtű organizmusok milyen adaptációk segítenek túlélni a kedvezőtlen körülményeket? 5. Miért jellemző főként az édesvízi egysejtűekre a lüktető vakuola? 6. Mely adaptációk állnak kapcsolatban a sejtek funkcionális változásaival:

Gondolkodjatok el rajta!



Mi a közös és az eltérő az egysejtűek és a soksejtűek adaptációinak kialakulásában?

7. §. ADAPTÁCIÓ KIALAKULÁSA EGYEDSZINTEN

Emlékezzetek mi a lényege a magasabbrendű idegi működésnek!? Milyen organizmusokra jellemző? Mi a szervek funkcionális rendszere? Mi az ösztön, a feltételes és a feltétlen reflex? Mi a reakciónorma, az ontogenezis és a filogenezis?

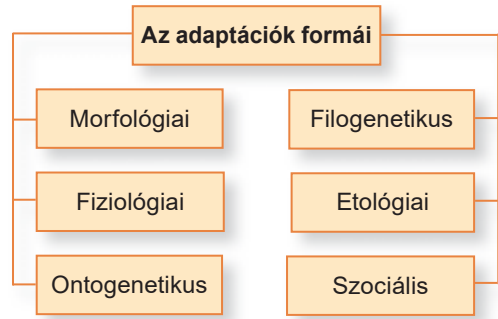
Az egyedszintű adaptációk a környezet feltételeinek megfelelő felépítésre és funkcióra irányulnak. Az egyedszintű adaptációs folyamat fázisai. Az egyedszintű adaptációk kialakulása során (a soksejtű állatok példáján) három fázist különítenek el. Az adaptációs folyamat *kezdeti fázisában* a szervezet hozzászokik bizonyos tényezők rövidtávú hatásához. Például, amikor az emlősök oxigénszegény környezetbe kerülnek (mondjuk a magashegységekben), reflexszerűen intenzívvé válik a légzésük, és erősödik a véráramlás.

A következő fázis – a *stabil adaptációk kialakulása* – valamely tényező vagy több tényező együttes hatása alatt jön létre. Ez funkcionális alkalmazkodás, mivel bizonyos ingerek hatására a szervezetben élettani változások zajlanak. Az alkalmazkodási folyamatok eközben érinthetik bármely szerveződési szintet: sejt, szövet, szerv, szervrendszer.

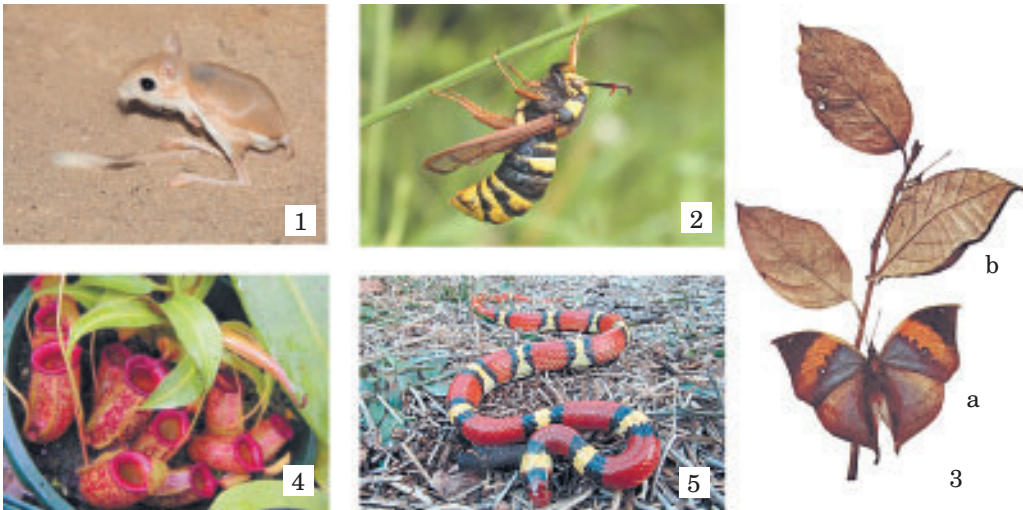
Mobilizálódnak a korábban kifejlődött funkcionális rendszerek, és végbe-mehet a szervek és szervrendszerek morfológiai változása. A szervezet bizonyos adaptációjának létrejöttét jelzi annak új minőségű állapota, amelyre jellemző a kedvezőtlen tényezőkkel szembeni megnövelt ellenálló képessége és racionális energia-felhasználása.

Az egyedszintű adaptációk osztályozása. Az egyed szerveződési szintjén kialakult adaptációk biztosítják a szükséges források felvételét, lehetőséget nyújtanak a külső környezethez való alkalmazkodásra, a védelmet a természetes ellenségekkel szemben, elősegítik a szaporodást, az új területek benépesítését (7. 1. ábra).

● A **morfológiai adaptációk** kapcsolatban állnak az organizmusok felépítésbeli és színbeli változásaival (7. 2. ábra). Ezek például olyan védelmi adaptációk, mint



7. 1. ábra. Egyedszintű adaptációk osztályozása



7. 2. ábra. Példák morfológiai adaptációkra: 1 – egyiptomi ugróegér nehezen észrevehető a ragadozók számára a sivatag homokján (kriptizmus); 2 – a nem mérgező üveg-szárnyú lepke a darazsakra hasonlít (mimikri); 3 – a trópusi *Kallima inachus* lepke széttárt szárnyakkal (a); összezárt szárnyakkal (b) levélre hasonlít (mimézis); 4 – a ro-varevő kancsóka a leveleivel csalja csapdába áldozatait – a rovarokat; 5 – az élénk színű feketegyűrűs korallkígyó figyelmeztet, hogy a marása veszélyes lehet (demonstráció).

a kriptizmus, a mimikri és a mimézis. A **kriptizmus** (gör. *kripto-* – leplezett) – az organizmusok azon képessége, hogy bizonyos színezetre tesznek szert, ami észrevétlenné vagy nehezen észrevehetővé teszi őket a környezetükben (7. 2, 1. ábra). A **mimikri** – jól védett fajok színezetének felvételére való képesség (7. 2, 2. ábra). **Mimézis** – az állatok azon képessége, amikor utánozni tudják a növények vagy ehetetlen tárgyak formáját vagy színét (7. 2, 3. ábra). A mimikri sajtáságos formáját figyelhetjük meg a növényeknél. Ennek lényege, hogy a növény olyan adaptációkat mutat, amely egy modell formájának bélyegeire hasonlítanak (7. 2, 4. ábra). Így egyes növényeknek nincsen nektárja, de a megporzó rovarokat odacsalja magához azáltal, hogy más növények virágait utánozza.

Azt a jelenséget, amikor az állat színezete és viselkedése feltűnő **demonstrációnak** nevezzük (7. 2, 5. ábra). Például, az élénk színű mérgező (a burgonyabogár, a katicabogár hemolimfája mérgező anyagokat tartalmaz) vagy a fullánkos (a darazsak, a méhek) rovarok jelzik a potenciális ellenségeiknek, hogy veszélyes velük érintkezni.

● **Élettani adaptációk** a szervezet homeosztázisának fenntartását szolgálják, és kapcsolatban állnak az egyes szervek, szervrendszerek funkcióváltozásával vagy funkcionális rendszerek kialakulásával. Biztosítják a szervezet gyors reakcióját a külső vagy a belső közeg változásaira, és ugyanolyan gyorsan megszűnnek, ha a kiváltó tényező hatása megszűnik. Tehát, az élettani adaptációk főként a metabolizmus folyamatainak (emésztés, légzés, vérkeringés, kiválasztás) intenzitásának változásával vannak kapcsolatban. Ez biztosítja a stabil anyagcsere fenntartását, a hosszantartó életben maradáást és az utódok létrehozását a változó környezeti feltételek mellett.

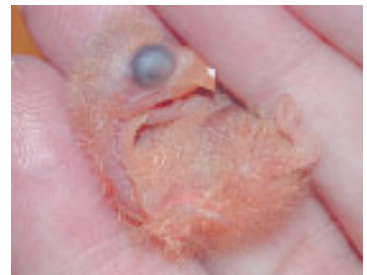
● **Az ontogenetikus adaptációk** biztosítják az egyensúly fenntartását az organizmusok és a környezet között az egyedfejlődés különböző stádiumaiban. Ezek lehetőséget nyújtanak az adaptív reakciónorma megvalósulására olyan feltételek mellett, amely feltételek mellett ez a reakciónorma kialakult az evolúció során. Amikor a környezeti tényezők hatása a biológiai rendszerekre felülmúlja az adaptív reakciónormát, a rendszer elveszíti alkalmazkodó képességét.

Jegyezzétek meg!

Az **adaptív reakciónorma** – az az intervallum, amely határain belül a biológiai rendszer károsodás nélkül változásra képes a környezeti tényezők hatására.

● Az adaptációk szükségesek az ontogenezishez (az egyedfejlődéshez), rögzülhetnek a törzsfjlődés (a filogenezis) során. Az ilyen **filogenetikus adaptációk** több nemzedék élete során alakulhatnak ki. Ezek főként aromorfózisok (például a másodlagos hártlyák kialakulása a hullók, madarak tojásában, az emlősök méhlepénye, a teljes átalakulással fejlődő rovarok bábja) és idioadaptációk (a tojásfog kialakulása a krokodil, a teknősbéka utódokban, a madárfiókában; 7. 3. ábra).

● Az **etológia adaptációk** kapcsolatban állnak az egyedek viselkedés változásával. Emlékezzetek rá, hogy az állatok és az ember viselkedése kapcsolatban áll az ösztönökkel (egymással kölcsö-



7. 3. ábra. Tojásfog, ami kifejldik a madárfiókában, de eltűnik a felnőtt egyedekben – példák filogenetikus adaptációra

7.4. ábra. Példa etológiai adaptációra: a magasabbrendű rákokhoz tartozó languszták egyenes sorokban hosszan vándorolnak, miközben mind-egyik egyed az előtte lévőhöz érinti csápját; az utolsó egyedek veszély esetén a ragadozóra támadnak, magára vonva annak figyelmét; ez teszi lehetővé a csoport többi tagjának túlélését és a vándorlás folytatását



nősen kapcsolatban álló feltétlen reflexek láncolata, amelyek bizonyos funkció ellátására szolgálnak: prédára való vadászat, az ellenségtől való védelem, stb. – (7. 4. ábra) és a feltételes reflexekkel.

● Az embernél megfigyelhető a **szociális adaptáció** – az egyének alkalmazkodási folyamata a szociális környezethez, a gazdasági, szociális, politikai, szellemi létfeltételekhez; az egyes személyek és szociális csoportok kialakulása és tevékenysége.

Jegyezzétek meg!

Minden organizmus környezeti feltételekhez való alkalmazkodása adaptációk komplexének révén valósul meg. Minél összetettebb egy organizmus, annál nagyobb számú és változatosabb adaptációkkal rendelkezik.

Kulcsszavak és fogalmak

kriptizmus, mimikri, mimézis, adaptív normareakció.

Ellenőrizétek a megszerzett tudást!



1. Mivel jellemezhetők az egyedszinten kialakuló adaptációk? 2. Milyen csoportokra osztják a különböző organizmusokra jellemző adaptációkat? 3. Mivel jellemezhetőek a morfológiai adaptációk? Hozzatok fel példákat! 4. Mik azok az élettani adaptációk? 5. Mi az adaptív reakciónorma?

Gondolkodjatok el rajta!



Milyen kapcsolat van az ontogenetikus és a filogenetikus adaptációk között?

8. §. AZ ADAPTÁCIÓK KIALAKULÁSÁNAK SAJÁTOSSÁGAI AZ EMBERNÉL

Emlékezzetek azokra a tényezőkre, amelyek biztosítják a különböző csoportok evolúcióját! Mi jellemző az asszimilációra és a disszimilációra? Mi a hipotalamo-hipofizeális rendszer és a funkcionális rendszer? Mi az adaptív potenciál és az adaptív norma? Mi az autonóm (vegetatív) idegrendszer funkciója?

Az ember alkalmazkodási folyamatainak sajátosságai. Az ember bioszociális lény. A fajunk evolúciójának mozgatórugói közé nemcsak a biológiai tényezők (örökletes változékonyság, a természetes szelekció, az izoláció, a populációs hullámok, a genetikai sodródás) tartoznak, de a szociálisak is (a szociumban való lét – az emberek szervezett kollektívája, a munkatevékenység, a beszéd). Éppen ezek befolyásolták az ember adaptációinak kialakulását. Az embernek alkalmazkodnia kell a természetes tényezőkhöz (hőmérséklet, fényviszonyok, páratartalom, az embert körülvevő állat- és növényfajok) és a szociálisokhoz is.



8.1. ábra. Példák extrém feltételekre, amelyekhez alkalmazkodik az ember: hegy-mászás (1); a világűr (2) és a tengeri mélységek meghódítása (3)

Az ember adaptációi szabályozó rendszerek – ideg- és endokrin rendszer – közreműködésével keletkeznek. A szabályozó rendszerek kölcsönhatásának következtében hatásosabbá válnak, az idegrendszerben megnő az ingerlés és a gátlás folyamatainak ereje és sebessége, ami lehetőséget nyújt a gyorsabb külső vagy belső környezet változásaihoz való reagálásra. Tehát, az adaptációk biztosítják a szervezet és környezet közötti dinamikus egyensúlyt. Ugyanakkor megvizsgálva az extrém körülményekhez (űrrepülés, magashegyi vagy harci körülmények, nagy mélységek – 8. 1. ábra) való alkalmazkodás kialakulásának sajátosságait, érdemes értékelni a negatív következmények rizikóját.

Az adaptációk hatásossága a kedvezőtlen feltételek tartós elviseléséhez a szervezet egyéni sajátosságaitól függ, amit az örökletes tulajdonságok határoznak meg. Érthető, hogy a kedvezőtlen körülmények között élő őshonos lakosság jobban alkalmazkodott az adott területhez, mint a nem tősgyökeres (8. 2. ábra). A tősgyökeres lakosságban – az aborigénekben (bennszülöttekben) – a hosszantartó adaptív evolúció következtében különféle visszafordíthatatlan adaptációk alakultak ki (biokémiai, morfológiai, élettani, etológiai). Például, az alpinisták csak speciális légzőkészülékek segítségével képesek tartózkodni a nagyon magas hegyeken. A tengerszint feletti 2000 m-es magasságig az ember élettani funkciói nem változnak meg jelentősen, míg 4000 m felett a változások jól észlelhetőek. Ugyanakkor Tibetben vannak területek, amelyek 4500 m magasan vannak, az Andokban (Dél-Amerika) a bennszülött lakosság 5000 m tengerszint feletti magasságban él (úgy tartják, hogy ez a maximális magasság, amelyen az ember megélhet – 8. 2. ábra). Az alkalmazkodási folyamatok sérülése következtében **dezadaptáció** (lat. *des-* – hiány és *adaptatio* – alkalmazkodás) állapota alakul ki. Ezért különböző patológiai állapotok és betegségek fejlődhetnek ki (például a magas hegyeken a hegyi betegség).



8. 2. ábra. Az extrém körülményekhez alkalmazkodott bennszülött lakosság: 1 – Andok-hegység; 2 – a sivatagi lakói; 3 – tengerparti lakosok – gyöngyhalászok, képesek 20 percig visszatartani a lélegzetüket, és 30 m mélységig merülni.

Az emberre nagyfokú adaptív potenciál jellemző, mivel az életfolyamatainak jelentős többsége sajátos **funkcionális tartalékkal** bír. Ez a szervek, a szervrendszerek vagy az egész szervezet képessége arra, hogy működjenek bizonyos körülmények között a szabályozó mechanizmusok minimális terhelésével és minimális energia-ráfordítással, ami az élettani nyugalom feltételeihez közeli. Ezért szükség esetén (például kedvezőtlen körülmények között) a keringési, a légzési, a kiválasztó szervek képesek lényegesen megnövelni az aktivitásukat. Ez növeli a szervezet adaptív lehetőségeit.

A környezetszennyezés negatívan hat a különböző szervrendszerekre, főként az ideg- és immunrendszerre, amelyektől a homeosztázis fenntartása függ. A homeosztázis sérülése az ember megbetegedéséhez vezet. Ezért a betegségek elkerülése érdekében az ember kénytelen alkalmazkodni az antropogén tényezőkhöz, a szennyezett területeken élő lakosságban az adaptív reakciónorma tágabbá válik (lásd 24. oldal).

Ugyanakkor alkalmazkodva a kedvezőtlen körülményekhez, az ember jelentősen megterheli a saját adaptációs mechanizmusait, ami kimeríti a funkcionális tartalékokat, és csökkenti a szervezet adaptációs lehetőségeit.

Az ember szociális tényezőkhöz való alkalmazkodási sajátosságai. A szociális tényezőkhöz való alkalmazkodása az éppen aktuális szociális szituációk elemzése révén alakul ki, miközben tudatosulnak a saját lehetőségek, a célokhoz igazodik a viselkedés. Kapcsolatban áll a városi és a falusi élettel, illetve a különböző szakmai tevékenységekhez való alkalmazkodással.

A **pszichikai adaptációkra** jellemző az, hogy a szabályozó mechanizmusok elkezdnek összhangban, gazdaságosan, minimális ráfordítással, jelentős idegi és pszichés megterhelés nélkül működni (pszichológiai komfort állapota). Ez lehetőséget nyújt elérni a kívánt célt, és kielégíteni a saját aktuális szükségleteket a pszichés és fizikai egészség károsodása nélkül.

A szociális adaptációk hatásossága elősegíti a szellemi és a fizikai munkaképességet, a szakmai tudást és készségeket, a tanulást és a munkatevékenységet racionálisan szervező folyamatokat növelő módszerek kidolgozását.

A tanuláshoz való alkalmazkodás sajátosságai. Az iskolában való tanulás kell megalapozza a továbbtanulás és a szakmai tevékenység alapjait.

Jegyzétek meg! _____

A tanuláshoz való alkalmazkodás a kimerültség elkerülése, a környezet kedvezőtlen feltételeihez való ellenálló képesség növelése, a pozitív emóciók, a napirend pontos betartása, a rendszeres torna és sport. A tanulók tanuláshoz való alkalmazkodásának kritériuma a megfelelő viselkedés, a tanár követeléseivel való megfelelő hozzáállás, a tananyag sikeres elsajátítása.

A tanulási folyamathoz való preadaptáció lehet a tanintézmények, a fejlesztő központok látogatása. Posztadaptációk az önfejlesztés készsége, a kritikus gondolkodás, a csapatmunka készsége.

Az általános iskolákban való tanulási periódus fontos aspektusa a diákok **proforientációja**. Ez az előfeltétele a jövőbeni sikeres szakmai tevékenységnek és a nagyfokú munkaképességnek, a sikerek elérésének a felnőtt életben.



8. 3. ábra. Az ember munkatevékenységei: 1 – fizikai munka; 2 – szellemi munka

Fontos szerepe van benne a megfelelő képességeknek: memória, figyelem, emóciók stb. Szellemi tevékenység során az embernek nagy mennyiségű információt kell felfognia és megjegyeznie, feldolgozni azokat, és meghozni a megfelelő döntéseket. A megfelelő gyakorlatokkal az ember javíthatja a memóriáját, a koncentráló képességét.

A szellemi munka közben adaptív jellegűek az idegrendszer működésének változásai az ingerlés és a gátlás folyamataiban. Ezek hatást gyakorolnak más szervrendszerekre és funkcionális rendszerekre. A szellemi munka befejezése után az idegközpontok szakmai tevékenységgel kapcsolatban álló ingerlése nem áll le teljesen, tovább terheli az idegrendszert. Ezért az idegi és emocionális szellemi munka esetén szükség van rendszeres pihenésre – relaxációra: sétálásra a természetben, koncertek, színházak látogatására. A szellemi munkaképesség növelésének egyik módszere az autogén tréning, megfelelő zene és színek kíséretében.



Autogén tréning – pszichoterápiás módszer, amely a stresszhelyzetek által felborított idegrendszer és más, a homeosztázist fenntartó, szervrendszerek egyensúlyát igyekszik visszaállítani.

A szellemi munkát gyakran kíséri hipodinamia – a mozgásszegény életmód. Ezért a nap során periodikusan fizikai tevékenységet kell folytatni. A fizikai munka esetében szüneteket kell tartani. Emlékeznünk kell rá, hogy nagyon fontos a hatékony munkavégzés szempontjából a napi nem kevesebb, mint 8 óra teljesértékű alvás. Alvás közben regenerálódnak a szervezet funkcionális tartalékai.

A munkatevékenységhez való alkalmazkodás fontos eleme a csapatmunka végzésének készsége. Komoly problémák jöhetnek létre a munkavégző személyek között, amikor hosszabb ideig össze vannak zárva kis helyen, és kénytelenek egy-

Az ember alkalmazkodását a szakmai tevékenységhez különböző komponensek érintik: élettani, egyéni-pszichológiai, viselkedési és szociális. Már tudjátok, hogy a munkának két típusa van: fizikai és szellemi (8. 3. ábra), bár manapság ez a felosztás viszonylagos. A bizonyos típusú munkatevékenységhez való alkalmazkodás fő értelme – a **munkaképesség** megőrzése és javítása, potenciálisan kihasználni a maximális mennyiségű munka elvégzésének lehetőségeit bizonyos időintervallumban, egészségromlás nélkül.

A munkaképesség szintje sok tényezőtől függ, az ember egyéni lehetőségeitől, az egészségi állapottól, a tanulás vagy a munkatevékenység során elsajátított készségektől.

A szellemi munkának, a fizikaival összehasonlítva, vannak sajátosságai.



8. 4. ábra. 1. Vernadszkij nevét viselő ukrán antarktisi állomás; 2. Űrhajósok az űrállomáson

mással állandóan kapcsolatba lépni (hosszú hajóút vagy űrhajózás, magashegyi vagy antarktisi expedíció; 8. 4. ábra). Az ilyen esetek elkerüléséhez képesnek kell lennünk a kedvező egyéni kapcsolatok kialakítására.

Jegyezzétek meg!

A szellemi munkához való alkalmazkodásnak legfőképpen a krónikus idegi emocionális túlterhelésére és a munkaképesség fenntartására kell irányulnia. Ezért a munkavégzést és a tanulást az ember korának és élettani állapotának megfelelően kell szervezni.

Adaptogének. Az emberi szervezet alkalmazkodó képességét meg lehet növelni **adaptogének** (lat. *adaptatio* – alkalmazkodás és gör. *genos* – nemzetiség) segítségével (8. 5. ábra). Bejutva a sejtekbe ezek a készítmények aktiválják az anyagcsere folyamatokat. Ennek köszönhetően nő a munkaképesség (a fizikai és a szellemi), az immunitás, a stressztűrő képesség, az étvágy, csökken a fáradtság.

Az adaptogének lehetnek növényi (kínai kúszómagnólia, ginzeng, illatos rózsavarrjúháj, bíbor kasvirág, szibéria ginzeng alapúak) és állati (méhempő – méhészeti termék) eredetűek. Óvatosan kell bánni az adaptogénekkal, csak orvosi javaslatra szabad szedni, nehogy fellépjen túladagolás és mellékhatás.



8. 5. ábra. Adaptogén tulajdonságú növények: 1 – szibéria ginzeng; 2 – kínai kúszómagnólia; 3 – bíbor kasvirág; 4 – illatos rózsavarrjúháj

Jegyezzétek meg!

Soha nem szabad adaptogénként doppingszereket (fizikai és pszichikai teljesítményfokozó szerek) vagy narkotikumokat szedni. Az ilyen szerek tartós károsodást okozhatnak a szervezetben: fogyatékoságot vagy akár halált. A narkotikumok fogyasztása törvényellenes, a doppingfogyasztást a nemzetközi sportszervezetek tiltják (a doppingoló sportolókra hosszantartó, néha végleges eltiltás vár).

Kulcsszavak és fogalmak

deadaptáció, a szervezet funkcionális tartaléka, adaptív norma, pszichés adaptáció, autogén tréning, adaptogének.

Ellenőrizétek a megszerzett tudást!



1. Milyen jelentőséggel bír a modern ember számára a biológiai és a szociális tényezők hatásaihoz való alkalmazkodás? 2. Mi a deadaptáció? 3. Mi a szerepe a szervezet funkcionális tartalékának az adaptációk kialakulásában? 4. Milyen sajátosságai vannak a tanulás-hoz való alkalmazkodásnak az iskolában? Mi lehet preadaptáció az iskolai kollektívában való együttműködésben? 6. Miért kell az adaptogénnel óvatosan bánni, és csak orvosi előírás szerint alkalmazni azokat?

Gondolkodjatok el rajta!



Miért van vezető szerepe a heterozigótáknak az adaptív norma kialakulásában?

Kreatív feladat.



A tanár segítségével próbáljátok meghatározni, hogy melyik szakmához van hajlamotok!

9. §. POPULÁCIÓ-FAJ SZINTŰ ADAPTÁCIÓK KIALAKULÁSA

Emlékezzetek a főbb rendszertani egységekre, amelyeket az állatok és növények osztályozásakor alkalmaznak! Mi a mikroevolúció, a fajképződés, a makroevolúció, az adaptív potenciál, az adaptív norma? A természetes szelekció milyen formáit ismeritek? Milyen allélokat nevezünk letálisnak és szubletálisnak, dominánsnak és recesszívnek? Mit állít az optimum törvény?

Populációsintű adaptációk kialakulása. A faj, mint különleges biológiai rendszer több alsóbbrendű biológiai rendszerből áll – populációkból, legalább egy populációból (ilyen előfordul az endemikus fajok esetében, amelyek areája behatárolt; 9. 1. ábra). Ezért a populációra úgy tekintenek, mint a faj strukturális funkcionális egységére. Az evolúciobiológia szemszögéből a populáció az evolúció alapegysége, mivel bennük zajlanak le az alapvető mikroevolúciós folyamatok (örökletes változékonyság, izoláció, populációs hullámok, genetikai sodródás, természetes szelekció), amelyek hatással vannak a populáció génkészletére.

Az, hogy a faj populációk rendszeréből áll, azzal van kapcsolatban, hogy az areán belül az optimális létfeltételek nem egyenletesen oszlanak el. Például, az európai mókus (9. 1, 2. ábra) egész Euráziában elterjedt, de csak az erdőkben, fás részekben él, amelyeket más növénytakaságok, hegyek, folyók osztanak fel. Sok a mocsárhoz vagy láphoz alkalmazkodott növényfajt, például a tőzegmohákat, más növénytakaságok nem osztják fel. Tehát, minél változatosabbak a létfeltételek, annál nagyobb a faj populációinak száma.



9. 1. ábra. 1. Keleti földikutya – Ukrajna dél-nyugati részének földalatti életmódot folytató endemikus faja. 2. A széles areával rendelkező európai mókus

Egy faj minden egyede hasonló genommal rendelkezik. Ugyanakkor a különböző populációk génkészlete eltérhetnek az allélgén készletük tekintetében. Még akkor is, ha a populációkra hasonló allélkészlet jellemző, az egyes allél gének gyakorisága eltérhet, más lehet az aránya a homozigótáknak és heterozigótáknak. Bizonyos gén különböző alléljai eltérő adaptáltságot határozhatnak meg, ezért egy bizonyos faj különböző populációi nem egyformán alkalmazkodnak a környezeti feltételekhez.

Minél változatosabb egy populáció génkészlete, annál nagyobb az adaptív potenciálja. Vagyis minél több allélja van egy génnek, és minél gyakoribbak a génkészletben az egyed jobb alkalmazkodását biztosító allélok, annál nagyobb az esélye a populációnak a túlélésre a változó környezetben, az új területek meghódítása, a terület forrásainak teljesebb felhasználása során.

Az evolúcióban a jobban alkalmazkodott egyedeknek több esélye van a túlélésre és a termékeny utódok létrehozására, amelyek segítségével továbbadják az alkalmazkodást biztosító allélgénjeiket. A káros recesszív allélok hosszú ideig fennmaradhatnak a populáció heterozigótáiban, miközben nem jelennek meg fenotípusosan.

Jegyezzétek meg!

A káros (letális és szubletális) allélgének összességét a populáció génkészletében, amelyek csökkentik az általános alkalmazkodóképességet, **genetikai tehernek** nevezük. Homozigóta állapotban az ilyen allélok csökkentik az egyedek alkalmazkodóképességét. Cserébe a jobban alkalmazkodott genotípusok és ennek megfelelő fenotípusok arányának növekedése javítja a populáció mint egységes biológiai rendszer adaptáltságát.

Attól függően, hogy az egyedfejlődés (ontogenezis) vagy a törzsfjlődés (filogenezis) során alakultak ki az adaptációk, két csoportra oszthatóak: egyedi és populációs-faji. Az **egyedi adaptációk** az egyedfejlődés során alakulnak ki. Például, hasonló körülmények között a különböző egyedekben eltérő feltételes reflexek alakulhatnak ki. Ily módon a különböző egyedek és egyének a stresszhelyzetekben eltérően reagálnak: vészhelyzetekben egyes egyedek védekeznek, agresszív vá válik a viselkedésük, mások elszöknek. (*Emlékezzetek*, milyen adaptációs stratégiák vannak!)

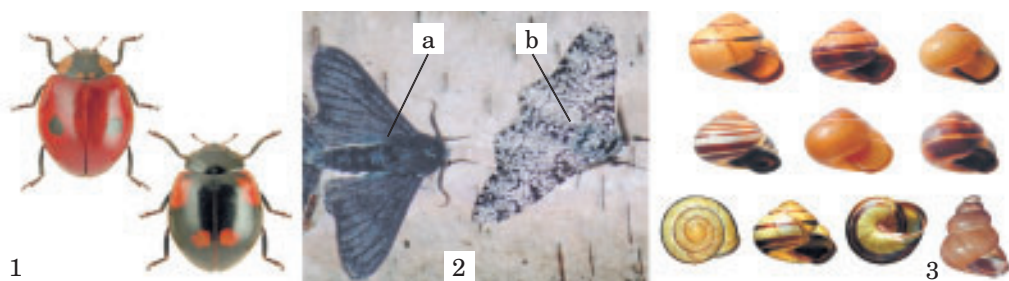
A populációs-faji adaptációk az egyes populációkban vagy a faj törzsfjlődése során alakulnak ki. Az ilyen adaptációk molekuláris-genetikai szinten rögzültek.

Az állatokban ezek az adaptációk az egyes szerveket és funkcionális rendszereket érintik. Főként a szervezet szabályozó rendszereivel – az ideg- és az endokrin rendszerrel – állnak kapcsolatban. Az adaptációk az egyes egyedekben jönnek létre, és később terjednek el az egész populációban. Bizonyos létfeltételek között egy populációban létrejött hasznos adaptációk később elterjedhetnek más, a fajhoz tartozó populációkban is, és az evolúció során rögzülnek faji szinten.

Ilyen módon egy faj az evolúciója során létrehozza saját **adaptációs komplexét** – ami morfológiai, élettani, viselkedési és ökológiai sajátosságok optimális egysége, amelyek kiegészítik egymást, és kiváltják az egyedek sikeres szaporodását és elterjedését. Ezenkívül, az ilyen adaptív komplex biztosítja az egyensúly állapotát az adott környezeti feltételek mellett.

A populáció szintű adaptációk szintén a homeosztázis fenntartását szolgálják. A **populáció homeosztázisa** nemcsak az egyedszám fenntartásával és növekedésével áll kapcsolatban, de az adott környezetnek megfelelő populációsűrűség fenntartásával is. Erre gyakorolnak hatást az abiotikus és a biotikus tényezők: a fajon belüli és a fajon kívüli kölcsönhatások. A populáció szinten kialakuló adaptációk biztosíthatják az egyedek más fajokkal szembeni versengését (fajok közti konkurencia).

A populációk polimorfizmusa és annak adaptív jelentősége. *Emlékezzetek:* a **polimorfizmus** (gör.: *poly-* – sok és *morphé* – forma) – különböző jellegállapotok (és ennek megfelelően bizonyos gén alléljainak) jelenléte a populációban. Ilyen módon a hasonló génkészlettel, de eltérő allélokkal rendelkező organizmusok a környezeti feltételektől függően különböző fenotípusokkal rendelkezhetnek. A fenotípusosan eltérő egyedek csoportjait *morfáknak* nevezzük (ha csak két morfa van, akkor *dimorfizmusról* beszélünk). Az organizmusok különböző morfái (9. 2. 1. ábra) mutációk révén jönnek létre, és rögzülnek a szétválasztó (diszruptív) szelekció eredményeképpen. (*Emlékezzetek* a természetes szelek-



9. 2. ábra. 1. A diszruptív szelekció hatása: a kátpöttyös katicának két morfája van – az egyik fekete felszárnyakkal, ami aktívabban szaporodik nyáron és ezért többen vannak ősszel. 2. A nyírfaaraszoló ipari melanizmusa: azokon a helyeken, ahol a nyírfa kérge az ipari szennyezéstől sötétebb, ott több a sötétebb lepke (a), ami észrevétlenné teszi azokat a sötét háttéren; a nem szennyezett területeken ugyanakkor, ahol a fák kérge fehérek, több a világos változata a lepkének (b). 3. A szárazföldi ligeti csiga házának polimorfizmusa. Ennek a fajnak több morfája van, amelyek csigaháza és színe különbözik. A barnatalajú erdőkben a csigaház leginkább barna vagy rózsaszín, a sárgaszínű füves részeken a sárgaszínűek vannak többségben

ció típusaira!) Azt a jelenséget, hogy az egyikük fölénybe kerül az adott környezeti létfeltételek mellett – **adaptív polimorfizmusnak** nevezzük. A di- vagy polimorfizmus adaptív jellegének lényege abban áll, hogy javítja az alkalmazkodó képességet a periodikusan változó környezetben (9. 2, 2, 3. ábra). Tehát, az adaptív polimorfizmus jelensége a faj egyedeinek túlélését biztosítja.

Kulcsszavak és fogalmak

a populáció genetikai terhe, egyedi és populációs-faji adaptációk, adaptív komplex, a populáció homeosztázisa, adaptív polimorfizmus.

Ellenőrizték a megszerzett tudást!



1. Mik a populációs-faji szintű adaptációk kialakulásának genetikai alapjai? 2. Mivel jellemezhető a populáció génkészlete? 3. Mi a populáció genetikai terhe? Mivel áll kapcsolatban? 4. Mivel jellemezhetőek az egyedi és a populációs-faji adaptációk? 5. Mi a polimorfizmus? 6. Miért tekintik a polimorfizmust populációs szintű adaptációnak?

Gondolkodjatok el rajta!



Mely fajoknak nagyobb az adaptív potenciálja: az endemikus fajoknak, vagy azoknak, amelyek nagy areáján alfajaik jönnek létre? Miért?

10. §. ÖKOLÓGIAI NICHE. ÖKOLÓGIAILAG PLASZTIKUS ÉS NEM PLASZTIKUS FAJOK

Emlékezzetek, mi az adaptív potenciál!? Milyen bélyegeket neveznek a rendszertanban diagnosztikáinak?

Ökológiai niche. Minden faj adaptív potenciálja be van határolva élettani sajátosságaival, reakciónormájával, mutációs képességeivel stb. A fizikai környezet feltételeihez alkalmazkodva a fajok populációi folyamatosan kölcsönhatásba lépnek más fajok populációival. Így jön létre az ökológiai niche.

Ökológiai niche – a faj populációjának az ökoszisztémában elfoglalt térbeli és trofikus helyzete, a más fajok populációinak és a fizikai környezet tényezőinek komplexe.

Egy faj különböző populációinak ökológiai niche-je eltérhet. Például, a fonálférgék között akadnak olyan fajok, amelyek egyedei képesek a szabad és a parazita életmódra. Így, a *Strongiloides* fonálféreg egyedei képesek megélni a talajban elfogyasztva szerves maradványokat, és lehetnek az ember tápcsatornájának élősködői. Ez mutatja a faj adaptációinak széles spektrumát.

A különböző ökológiai niche-ekkel jellemezhetőek a **heterotóp organizmusok** különböző életciklusai, amelyek életciklusuk egy részét vízben, másik részét a levegőben töltik (például a szitakötők, a kérészek). A szitakötők lárvái édesvizekben élnek, vízi állatokra vadásznak; az ivarérett egyedek (imágók) a szárazföldi ökoszisztémák részei, szárazföldi gerinctelenekre vadásznak (10. 1. ábra). Az, hogy egy faj fejlődésének különböző fázisait különböző ökológiai niche-ekben tölti egy adaptáció a források teljesebb kihasználásához.

Még a környezethez való tökéletes adaptációk és az elégséges táplálékforrás sem mindig biztosítja egy ökoszisztémában a faj prosperálását. Ehhez szükség van még a más fajok populációival való együttélést szolgáló adaptációkra.

Egy faj képviselőiben létrejött adaptációk nemcsak a már létező ökológiai niche-ek elfoglalását szolgálják, hanem új niche-ek létrehozását is, ami biztosíthatja a források hatásos felhasználását.

10. 1. ábra. A heterotóp organizmusokhoz tartozó óriás szitakötő: 1 – lárva – édesviziek lakója a halzsákmányával; 2 – az imágó rovarzsákmányával



Az ökológiai niche jellemzőinek két dimenziója van – a niche szélessége és a szomszédos niche-ek átfedési mértéke (10. 2. ábra). Az ökológiai niche kiszélesedésére vagy szűkülésére más fajok gyakorolnak hatást. Más fajok (konkurens, ragadozó, élősködő) nyomásának hiányában az ökológiai niche kiszélesedhet. Az egy biogeocönózisban élő, hasonló ökológiai igényű fajok populációi között felerősödik a versengés. Az ilyen konkurencia következménye vagy az egyik faj kiszorítása, vagy a versengés csökkenése mindkét faj táplálékigényének, térbeli elhelyezkedésének, szaporodási időszakának szétválása következtében. Az ábrán, amely két konkuráló faj ökológiai niche-eit mutatja be, a konkurencia kiélezettségét az átfedés mértéke illusztrálja (10. 2. ábra).

Tehát, az ökológiai niche-ek átfedése függ a két populáció környezeti forrás felhasználásától, ami kiváltja közöttük lévő versengést. A konkuráló fajok ökológiai niche-ének nagymértékű átfedése ellehetetleníti azok együttélését egy ökoszisztémában.

Az egy biogeocönózisban való együttélésre nyújt lehetőséget a **konkuráló fajok ökológiai niche-ének szétválása** (10. 3. ábra). Például, a különböző szavannán legelő állatfajok *forráshasználatának differenciálódása* következtében a fajok a legelőn másképp használják a táplálékot. A zebrák főként a füvek felső részét fogyasztják; a gnu bizonyos növényfajok maradványait, amelyeket a zebrák hagynak hátra; a gazellák a legalacsonyabb füvet fogyasztják, de a topi (a közönséges lantszarvú antilop alfaja) magas száraz növényi szárrakkal táplálkozik, amelyeket más állatfajok elkerülnek.

A hasonló ökológiai igényekkel rendelkező fajok *térbeli differenciálódása* lehetővé teszi, hogy egy biogeocönózisban belül a fajok egymástól térbelileg elkülönüljenek. Például, a ráják tápcsatornájában vannak speciális részek, ahol különböző galandfereg fajok élnek, ezek egymástól jól elkülönülnek: közülük egyesek a hal belének kezdeti szakaszain élősködnek, mások közelebb vannak középtájához, némelyik a hátsó egyharmadában. A májusi cserebogár két

10. 2. ábra. Az egy biogeocönózisban élő két konkuráló faj ökológiai niche-einek átfedése: az 1. számú faj (1) ökológiai niche-e szűkebb, ami a specializálódását mutatja; míg a 2. számú fajé (2) tágabb, ami biztosíthatja a versenyképességet; 3 – a konkuráló fajok ökológiai niche-inek átfedési zónája: minél jobban átfed a két faj ökológiai niche-e, annál kisebb az esélye az együttélésnek.



faja – a nyugati és a keleti májusi cserebogár – Ukrajna teljes területén megtalálhatóak, de a nyugati főként a nyílt terepet kedveli, míg a keleti az árnyékos részeket részesíti előnyben.

Az ökológiai niche-ek *szétválhatnak időben*. A sivatagokban élnek olyan hangyák, amelyek a táplálékukat a felszínen szerzik. Köztük vannak olyan fajok, amelyek rovarmaradványokkal és apróbb élő rovarokkal (a legforróbb napszakokban aktívak) táplálkoznak, éjszakai ragadozók (lassan mozgó puha páncéllal rendelkező rovarokra vagy frissen vedlett ízeltlábúakra vadásznak); és vannak olyanok is, amelyek növényi magvakat fogyasztanak (egész nap aktívak).

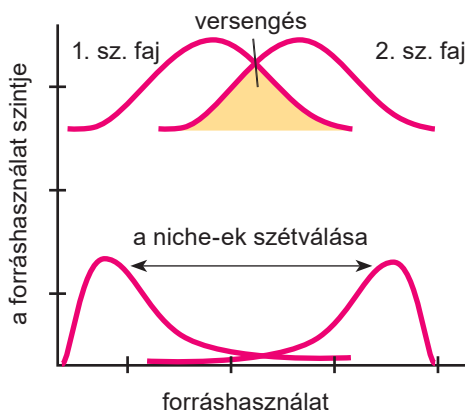
A hasonló ökológiai igényekkel rendelkező két faj ökológiai niche-ének szétválása megteremti az előfeltételt egy új faj ökoszisztémában való megtelepedésének.

● **Az ökológiai niche kötelező betöltésének szabálya** szerint az ökológiai niche hosszú távon nem lehet betöltetlen: ha felszabadul, akkor általában betölti egy hasonló ökológiai igényű másik faj. Ha egy bizonyos helyen felszabadulnak szabad részek (tűz, hegyomlás, folyók tartós áradása), akkor új fajok népesítik be azokat, nem pedig a korábbi fajok. Később az ide költöző fajokat kiszoríthatják a versenyképesebbek. Az „első telepesek” átköltözhetnek új területekre.

Ökológiailag plasztikus és nem plasztikus fajok. A fajokat adaptációs komplexük alapján besorolhatjuk ökológiailag plasztikus és ökológiailag nem plasztikus fajokra. Az **ökológiailag plasztikus fajok** tág reakciónormával rendelkeznek, vagyis jól alkalmazkodtak a környezet különböző feltételeihez. Rájuk nagyfokú adaptív potenciál jellemző. Éppen ezek a fajok képesek benépesíteni az új élőhelyeket vagy azokat a helyeket, amelyek erőteljesen megváltoztak (tűz, fakitermelés, hosszantartó áradás után). Az ökológiailag nem plasztikus fajok szűk specializációja biztosítja a környezet bizonyos forrásainak maximális felhasználását, ugyanakkor csökkenti a faj új feltételekhez való alkalmazkodó képességét, kibővíti az ökológiai plaszticitását. Már említettük, hogy vannak monofág és polifág fajok (5. 1. és 5. 2. ábra).

Az ökológiailag plasztikus fajokra jó példa az ezüstkárász, amely valamikor az Amur folyó medencéjében és a hozzá tartozó vizekben élt. A XX. század hatvanas éveiben mesterségesen betelepítették Szibéria és Európa vizeibe, később Dél-Amerikába és Indiába is. Európa és Szibéria vizéből ez a faj fokozatosan kiszorította a széles kárászt (10. 4. ábra).

Tehát, egy faj nem képes egyformán jól alkalmazkodni a környezet összes felvételéhez. (*Emlékezzetek az adaptációk viszonylagos függetlenségének szabályára!*) A specializált fajokkal (ökológiailag nem plasztikus fajok) ellentétben



10.3. ábra. A versengés következménye: a konkuráló fajok ökológiai niche-ének szétválása



10. 4. ábra. Ezüstkárász (1) és széles kárász (2)

az ökológiailag plasztikus fajokkal, jellemzőek a nem teljes adaptációk. Ezt nevezik **adaptív kompromisszumnak**.

Az **adaptív kompromisszum hipotézisét** az ismert zoológus és paleontológus **Olexandr Rasznyicin** (1936-ban született) állította fel. Ennek az a lényege, hogy az organizmusok adaptációi nem lehetnek abszolút tökéletesek, csak viszonylagosak. (*Hozzatok* fel példákat!) Az organizmusoknak nemcsak egy bizonyos tényezőhöz kell alkalmazkodniuk, hanem azok komplexéhez. Ezért egy ökológiai tényező hatásához való jó alkalmazkodás nem jelenti a más tényezők hatásához való hasonlóan jó adaptáltságot.

Szintén érdemes figyelembe venni az ökológiai tényezők kölcsönhatásának jelenlétét. (*Emlékezzetek*, mi ennek a lényege!) A magas szervezetségi szintű organizmusoknál a különböző testrészek nemcsak térbelileg, de funkcionálisan is kapcsolatban állnak. Ezért egy szerv evolúciós változása kiválthatja más funkcionálisan vele kapcsolatban álló szerv változását. (*Emlékezzetek* a korrelatív változékonyság jelenségekre!) Ugyanakkor az ilyen változások nem mindig adaptív jellegűek, és ezért csökkenthetik a szervezet általános adaptáltságot. Magyarán, az ideális tökéletességet nem lehet elérni teljesen és azonnal, arra áldozni kell, adaptív kompromisszumot kell keresni.

Az ökológiailag plasztikus fajok nemcsak a létfeltételek változásaihoz alkalmazkodnak, de képesek is azokat megváltoztatni. Tevékenységükkel megteremtik a feltételeket a fejlődő ökoszisztémák más, az új feltételekhez alkalmazkodni jobban képes fajok általi benépesítésére. Az ilyen fajok akadályozhatják az első fajokat. Az ökoszisztémában fokozatosan elterjednek azok a fajok, amelyek erősen specializálódnak (10. 5. 1. ábra).



Tehát, a fajok specializációja adaptációként szolgál bizonyos források teljesebb felhasználására, és a hasonló ökológiai igényű fajok közötti konkurencia csökkentésére. Ugyanakkor, csökkenti a faj ökológiai

10. 5. ábra. Példák specializált (1) és nem specializált (2) állatfajokra: 1 – az Ausztrália nyugati és déli részén élő koala (az erszényesek képviselője); kizárólag az eukaliptusz leveleivel és hajtásaival táplálkozik, amikben más állatok számára mérgező vegyületek vannak, ezért a koalákkal csak néhány erszényes versenghet, olyanok, mint a gyűrűsfarkú oposzum és az erszényes repülőmókus; 2 – a mindenevő (polifág) mosómedve: tavasszal és nyár elején a mosómedve főként gerinctelenekkel és gerincekkel táplálkozik, a nyár második felében és ősszel inkább növényi táplálékot (gyümölcsöket, zöltségeket, magvakat) fogyaszt; ennek a fajnak az elsődleges areája Észak- és Közép-Amerika, később betelepítették Európa és Ázsia különböző országaiba.

plasticitását (az adaptív potenciálját), ami egy környezetváltozás hatására az adott faj bizonyos ökoszisztémából való eltűnéséhez vezet.

Az ökológiailag nem plasztikus fajok többnyire a stabil ökoszisztémákban élnek. Ezek evolúciója általában kapcsolatban áll a stabilizáló szelekció hatásával. Az ilyen evolúció során fokozatosan alakul ki a populáció vagy a faj génkészlete, ami leginkább megfelel a létfeltételeknek.

Kulcsszavak és fogalmak

ökológiai niche, ökológiailag plasztikus és ökológiailag nem plasztikus fajok, adaptív kompromisszum.

Ellenőrizték a megszerzett tudást!



1. Mi az ökológiai niche? 2. Melyek a heterotóp organizmusok? 3. Mely fajokat nevezzük ökológiailag plasztikusoknak és ökológiailag nem plasztikusoknak? Közülük melyiknek van nagyobb adaptív potenciálja? Miért? 4. Mi a lényege az adaptív kompromisszumnak?

Gondolkodjatok el rajta!



Miért lehet egy adott faj populációja által elfoglalt ökológiai niche-t az evolúció során egy faj által megszerzett adaptációs komplexnek tekinteni?

11. §. ÖKOSZISZTÉMA SZINTŰ ADAPTÁCIÓ KIALAKULÁSA. A KOEVOLÚCIÓ ÉS A KOADAPTÁCIÓ FOGALMA

Emlékezzetek, mi a közös és az eltérő az 'ökoszisztéma' és a 'biogeocönózis' fogalmai között! Milyen típusú kölcsönhatások lehetségesek a különböző fajok populációi között az ökoszisztémában? Mi a mimikri és a mimézis? Mi az ökológiai niche?

Ökoszisztéma szintű adaptáció kialakulása. Már tudjátok, hogy a különböző fajok populációi magasabb rendű biológiai rendszerek – az ökoszisztémák – alkotói. Eközben a populációk az ökoszisztémán belül nem elkülönítve élnek, hanem egymáshoz alkalmazkodva kölcsönös kapcsolatban. A koevolúció során a különböző fajok képviselőiben kölcsönös adaptációk jönnek létre – **koadaptációk** (lat.: *co* – együtt és *adaptatio* – alkalmazkodás). **A különböző, az ökoszisztémában egymással kölcsönösen kapcsolatban fejlődő fajok közös evolúcióját koevolúciónak** nevezzük. Például a stadion ökoszisztémákban a ragadozók populációi képtelenek teljesen elpusztítani a prédefajt, mivel a koadaptáció miatt közöttük bizonyos egyensúly van.

A koevolúciót a fajok kölcsönös adaptív komplexeinek kialakulása kíséri, amelyek szoros kölcsönhatásban vannak. Az egyes fajok populációi szabályozzák más fajok populációinak egyedszámát és sűrűségét. Például, a ragadozó popu-



11. 1. ábra. A vadászat aktív és passzív módjai: 1 – a gepárdnak kecses teste van jól fejlett izomzattal és hosszú végtagokkal; nyílt területeken vadászik, akár 130 km/h sebességgel is képes futni; 2 – a sáskarák a vízfenéken élnek, ahol járatokat vájnak, ezekből a csapdákból vadásznak áldozatukra.



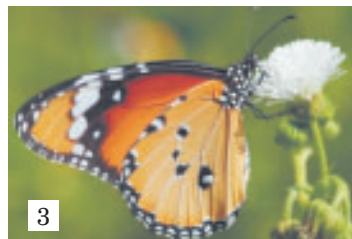
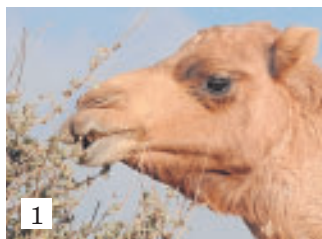
11. 2. ábra. A ragadozóval szembeni védekezés módjai: 1 – a kőrishogár hemolimfájában olyan vegyületek vannak, amelyek mérgezővé teszik; 2 – az araszolólepkék hernyója megdermed, és ilyenkor egy növényi ágra hasonlít (a mimézis jelensége).

lációja szabályozza a préda populációjának egyedszámát. Viszont minél jobban csökkenti a ragadozó a zsákmány populációját, annál kisebbé válik a táplálékbázisa, ennek megfelelően idővel a ragadozó faj egyedszáma is csökken.

A ragadozók adaptációi így gyakran kapcsolatban állnak a prédára való vadászat módjával: aktív vagy passzív (11. 1. ábra). Ragadozók magányosan (hiúz, vörös róka) és csoportosan (farkasok) vadásznak a zsákmányállatokra. A törzsfajlás során az aktívan vadászó ragadozóknál összetettebbé vált az idegrendszer, az érzékszervek felépítése és ennek megfelelően a viselkedés is. Ezek és más adaptációk a zsákmány elejtésének és elpusztításának tökéletesítésére szolgálnak. *Emlékezzetek* a ragadozó madarak (főként a Súlymalakúak és Bagolyalakúak) hajlított karmára és csőrére; a ragadozó emlősök jól fejlett és differenciált fogazatára; a kígyók méregmirigyeire és -fogaira; a rovarok fullánkjára! A csapdával vadászó ragadozók gyakran rendelkeznek rejtőszínnel (lásd 3. 2. ábra), olyan testformával, amely az élő természet valamilyen semleges részére emlékeztetnek. (Hozzatok fel példákat!).

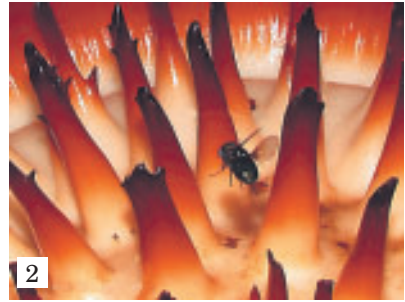
A préda fajokban az adaptációk a ragadozók elkerülését szolgálják, észrevétlenné, mérgezővé teszik őket (11. 2. ábra). Például, a burgonya veszélyes kártevője – a burgonyabogár – hemolimfája mérgező vegyületeket tartalmaz. Ukrajnában gyakorlatilag nincs természetes ellensége, amely hatásosan szabályozná ennek a kártevőnek az egyedszámát.

Sok állatfaj számára a növények jelentik a táplálékot. Ezt a jelenséget nevezük **fitofágiának vagy növényevésnek**. A növényeknél a fitofágokkal való koevolúció következtében különböző koadaptációk jöttek létre: tuskék, tövissek, mér-



11. 3. ábra. A növények védelmét kikerülő állati adaptációk: 1 – a tevetövis hosszú tövisekkel (3 cm) rendelkezik, de még ezek sem képesek megvédeni a növényt a tevétől. A *Danaus chrysippus* királylepké faj hernyója (2) képessé vált elfogyasztani a selyemkóró különböző fajtait, amelyek szívglikozidokat halmoznak fel a szövetekben, ami később átkerül az imágóba (3); ezek a vegyületek toxikusak az emlősök és a madarak számára.

11. 4. ábra. A parazita raflézia növényfaj, amely Délkelet-Azsia szigeteinek trópusi erdeiben nő, hatalmas virágokkal rendelkezik, amelyek átmérője eléri a 100 cm-t (1). Ezek a virágok kellemetlen bomló döghúsrá emlékeztető szagúak. Így vonzzák a virágok a legyeket, amelyek a virágon rakják le petéiket, mivel a lárváik bomló szerves anyaggal táplálkoznak (2).



gező vegyületek (például alkaloidák), amelyek megvédik a növényeket a fitofágoktól. Így a csipős csalán is képes megvédeni magát csalánszőrök segítségével, amelyek sűrűn borítják a leveleket és a fiatal hajtásokat. Az állatok ennek megfelelően különböző módokat dolgoznak ki a növények védekezésének elhárítására (11. 3. ábra).

Jegyezzétek meg! _____

Egy faj populációja, melynek egyedszámát más faj populációja szabályozza, maga is szabályozhatja egy harmadik faj populációját. Például, a ragadozó populációjának egyedszámától függő növényevő populációja maga is szabályozza a növényfaj populációjának egyedszámát és sűrűségét, amellyel táplálkozik. Az érett ökoszisztémákban tökéletes önszabályozó rendszerek alakulnak ki, amelyek biztosítják az ökoszisztémák stabilitását.

Felhozunk más koevolúciós példákat is növénycsoportokról és a velük kapcsolatban álló állatfajokról. Tudjátok, hogy azok a növények, amelyeket rovarok poroznak meg, élénk színű pártával rendelkeznek, gyakran kellemes illattal rendelkeznek, ami vonzza a méheket, a poszméheket, a lepkéket és más rovarokat, az apró madarakat (kolibrik, nektármadarak). Ugyanakkor egyes növények illata kellemetlen, rothadó hús szagú lehet (11. 4. ábra).

Egyes orchidea fajok virága bizonyos lepke vagy poszméh nőtényre emlékeztetnek. Az ilyen virágokat a megfelelő rovarfajok hímjei porozzák meg, amelyek a saját fajú nőtényeknek nézik a virágot.

A virágokat megporzó állatok is rendelkeznek megfelelő adaptációkkal. A Méhfélék családjába tartozó fajoknak a hátsó pár lábán szőröcskék találhatóak (11. 5, 1. ábra). A pollenszemcsék gyakran rendelkeznek különféle kinövésekkel, vagy ragadós anyagot választanak ki, ami előidézi az odatapadást a megporzó rovar testéhez.

Az egyes megporzó rovarok rendelkeznek szívszervvel. Ezeknek a hossza a növényfaj virág-

11. 5. ábra. Növények és rovarok koadaptációi: 1 – a dolgozó méh 3 pár lába alkalmazkodott a pollenszállításra; 2 – a poszméhek és a méhek – az értékes takarmánynövény, a lóhere egyetlen megporzó



takarója hosszának megfelelő. Az ilyen kölcsönös alkalmazkodás következtében egyes növényfajokat csak néhány vagy egy rovarfaj poroz meg. Például, a lóherét csak a poszméhek és a méhek porozzák (11. 5, 2. ábra). Bizonyos megporzó állatfajok eltűnése egy területről, ezeknek a növényfajoknak az eltűnéséhez vezethet, és fordítva.

Az ökoszisztémák faji struktúrája nagyon érzékeny a környezetben zajló változásokra, és elsőként reagál azokra. Ezért az ökoszisztéma szintű adaptációkra jellemző egyes kihalt fajok felcserélődése más fajokkal. A kihaltaknál a felváltó fajoknak ellenállóbbaknak kell lenniük a környezeti tényezők hatásaihoz, amelyek kiváltották az előző faj kihalását. Vagyis, azokra az ökoszisztémákra jellemző a legmagasabb stabilitás és önszabályozó képesség, amelyek biodiverzitása a legmagasabb.

Kulcsszavak és fogalmak

koevolúció, koadaptáció.

Ellenőrizték a megszerzett tudást!



1. Mi jellemző az élő anyag ökoszisztéma szintű szerveződésének adaptációira? 2. Mi a ragadozó és a préda populációk koadaptációinak lényege? 3. Mi a közös és az eltérő ragadozó és préda, illetve a növényevő és a növény koadaptációjában? 4. Mi jellemző a koevolúcióra? Hozzatok fel példákat!

Gondolkodjatok el rajta!



A modern elképzelések szerint a biogeocönózis az evolúció közege. Miért áll ez kapcsolatban a benne élő fajok adaptációs sajátosságaival?

Kreatív feladat.



A tanár segítségével hozzatok fel példákat a fajok koevolúciójára a helyi faunából és flórából! Jellemezzétek azokat, és gondolkodjatok el rajta, hogy milyen következményei vannak ezen fajok koevolúciójának!?

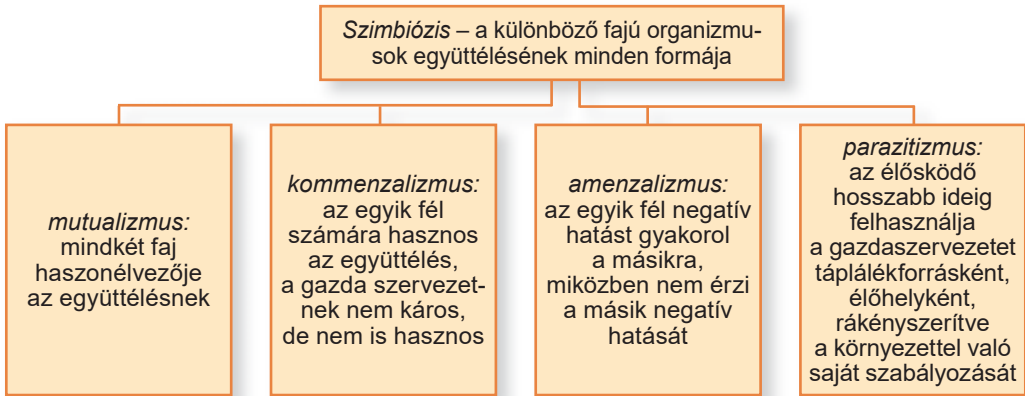
12. §. A SZIMBIÓZIS ÉS FORMÁI

Emlékezzetek, milyen környezetben élnek együtt az organizmusok!? Mi a koevolúció, a szimbiózis? Mik azok az etológiai adaptációk?

A szimbiózis és formái. A különböző fajú organizmusok együttélésének minden formáját **szimbiózisnak** (gör.: *symbiosis* – együttélés) nevezzük, magukat az együttélő orgazmusokat pedig szimbiontáknak. A **szimbionták** között kialakuló kapcsolatok lehetnek semlegesek vagy károsak az egyik számára és hasznosak a másik számára, vagy mindkettőnek hasznosak.

A szimbiózisnak az alapja lehet trofikus (táplálék) vagy térbeli kapcsolat (például az egyik faj a másik testfelületére tapad), gyakran mind a kettő. Szimbionták közötti kapcsolatok hosszantartó koevolúció eredménye, amely során mindkét faj alkalmazkodott a másikhoz. A szimbiózisnak négy fő formája van (12. 1. ábra).

Mutualizmus (lat.: *mutuus* – kölcsönös) – két különböző fajú organizmus kölcsönösen előnyös, egymástól függő együttélése. Egyes esetekben az ilyen szimbionták egyike sem képes élni a másik nélkül. Például, az egysejtű sokostoros állatok a fa maradványokkal táplálkozó rovarok tápcsatornájában (12. 2, 1, 2. ábra). A kisméretű *Adamsia* nembe tartozó tengerirózsák élhetnek magányosan, a nagyméretűek viszont csak remeterákok kagylóján (12. 2, 3. ábra). Ha mesterségesen szétválasztjuk a rákot és az ivarérett tengerirózsát, azok hamar elpusztul-



12. 1. ábra. A szimbiózis formái

nak. A mutualizmusra jó példa a hüvelyesek gyökerén élő nitrogénmegkötő baktériumok kapcsolata a növényvel (12. 2, 4. ábra).

A mutualista kapcsolatok jelentősége abban áll, hogy csökkenti a konkurenciát különösen az élőhelyért vagy a táplálékforrásért vívott küzdelemben.

Kommenzalizmus (lat.: *com-* – együtt és *mensa* – asztal, étkezde) – a szimbiózis egy formája, amelyben a partnerkapcsolat egyik tagja ráerőlteti a másikra (gazdaszervezetre) a saját külső környezethez való kapcsolatának szabályozását, de nem lép szoros kölcsönkapcsolatba vele (12. 3. ábra). A kommenzalizmus alapja lehet trofikus kapcsolat (a gazdaszervezet táplálék maradványainak vagy anyagcsere végtermékeinek elfogyasztása; kommenzalizmus ilyen formáját *rátelepedésnek* vagy *epokiának* is nevezzük), illetve a kommenzál megtelepedése a gazdaszervezet testfelszínén vagy belsejében, esetleg a rejtekhelyén (*szünókia* vagy *beköltözés*).

Együtt élve a gazdaszervezettel a kommenzál egyoldalúan hasznot hajt a kapcsolatból. A kommenzál hiánya a gazdaszervezetnek általában semleges. Érdekes példa kommenzalizmusra a hidasgyík és a vészmadár kölcsönös kapcsolata (12. 3, 1 – 3). Nappal a hidasgyíkok, amikor a madarak táplálékot keresnek, a rejtekhelyükön vannak. Ám este, amikor a madarak visszatérnek a fészkükre, a hidasgyíkok elhagyják rejtekhelyüket és táplálékot keresnek.

A növények között példák a kommenzalizmusra az orchideák, amelyek trópusi



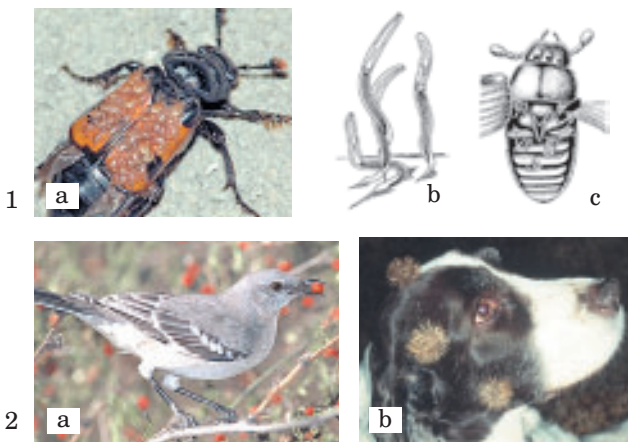
12. 2. ábra. Példák mutualizmusra: az eukarióta egysejtű sokostorosok (1) megtelepedve a fával táplálkozó rovarokon (2), enzimet termelnek, amelyek nélkül a gazdaszervezetük nem volna képes megemészteni a táplálékot; 3 – az *Adamsia* nemhez tartozó tengerirózsák kizárólag a remeterák kagylóján képesek megélni, ami segíti a rákot az egyensúly megőrzésében; 4 – a nitrogénmegkötő baktériumok és a hüvelyesek közötti szimbiózis.



12. 3. ábra. Példák kommenzalizmusra: a hidasgyík (vagy tuatara) (1) együtt él a vészmadarakkal (2), nappal elfoglalja a fészüket; érdekes, hogy a hidasgyíknak jól fejlett a harmadik szeme (3), ami részt vesz az állat biológiai ritmusának a szinkronizációjában a napszakok változásainak megfelelően, az állat tájékozódásában és a hőszabályozás folyamatában; 4 – az orchideák megtelepedése a trópusi fák törzsén; 5 – a tengerimakkok (a Rákokhoz tartoznak) megtelepedése a hosszúszárnyú bálna testén – ez általában kommenzalizmus, de egyes tengerimakk fajok (például a *Coronula nem* képviselői) (6) élősködökké válhatnak.

fák felszínein nőnek (12. 3, 4. ábra). Az ilyen növényeket *epifitonoknak* nevezzük (gör.: *epi-* – rajta és *phyton* – növény). A növényi gazdaszervezeteken való növekedés az epifitonok számára hasznos: a fényforráshoz közelebb hatásosabb a fotoszintézis. Ugyanakkor az orchideák túlzott elszaporodása bizonyos mértékben károsíthatja a fát. Ugyanígy károsíthatják a gazdaszervezetet az állati kommenzálók, amelyek a gazdaszervezet felületén élnek (12. 3, 5. ábra).

Tehát, a kommenzalizmus esetében a szimbióták közötti kapcsolatok nem annyira szorosak, mint a mutualizmus esetén. Érdeemes megjegyezni, hogy a kommenzál hiánya nem segíti a gazdaszervezet jobb alkalmazkodó képességét. A kommenzalizmus gyakran kialakul a **neutralizmusból** (fajok közötti olyan kapcsolatforma, amely egyik félre sem hat.



12. 4. ábra. 1. Példák forézisre (vitetésre): a – az atkák szállítóeszközként használják a temetőbogarat, de nem táplálkoznak annak kárára; b – fonálféreg specális pózban várják a rovarokat; c – fonálféreg a rovar testén. 2. Példák zochoriára: a – a termés zamatos fala vonzza a madarakat; b – A száraz termések gyakran horogszerű kinövésekkel rendelkeznek, amelyek segítségével az állatokra kapaszkodnak

A kommenzalizmushoz tartozik a forézis és a zoochoria jelenség (12. 4. ábra). A *forézis* (gör.: *phoreo* – vinni, hordozni) esetében az apró méretű állatfajok a nagyobbakat használják a terjeszkedéshez (12. 4. ábra). A *zoochoria* (gör.: *zoon* – állat és *khoreo* – terjed) – egyes növényi részek (pollenek, magok, termések) állatok általi terjesztésének jelensége (12. 4. 2. ábra).

Amenzalizmus – a fajok közötti biotikus kapcsolatforma, amikor az egyik elnyomja a másik tevékenységét miközben nem éri negatív visszahatás. Erre a jelenségre lehet példa két orsóféreg-faj egyidejű megtelepedése a lovak vastagbelében: a lóorsóféreg elnyomja a *Delafondia* orsóféregt, de nem érzi magán annak negatív hatását (12. 5. ábra).

A kölcsönös kapcsolatok olyan formái, mint a parazita – gazdaszervezet, a kommenzál – gazdaszervezet vagy mutualista kapcsolatok a koevolúció során átalakulhatnak egymásba. Ismertek olyan esetek, amikor a paraziták és azok specifikus gazdaszervezetei közötti kapcsolatok később elvesztették kiélezettségüket, és átalakultak kommenzalizmussá. Például, a bendőmétélyek között (*Laposféreg*ek törzse) vannak, amelyek az állatok beleiben élősködnek, mások a kérődzők bendőjében élő csillósokkal táplálkoznak miközben a gazdaszervezetnek nem ártanak.

Jegyezzétek meg!

A szimbiózis különböző formái dinamikus kategóriák, amelyek a koevolúció során átalakulhatnak egymásba.

Kulcsszavak és fogalmak

szimbiózis, szimbionták, mutualizmus, kommenzalizmus, forézis, amenzalizmus, neutralizmus.

Ellenőrizték a megszerzett tudást!



1. Mi a szimbiózis? A szimbiózis milyen formáit ismeritek? 2. Hozzatok fel példákat organizmusok közötti mutualista kapcsolatokra! 3. A kommenzalizmus milyen formáit ismeritek? 4. Miért nem tekinthetjük a neutralizmust a szimbiózis egyik formájának? 5. Mi az amenzalizmus?

Gondolkodjatok el rajta!



Hogyan használhatja az ember az amenzalizmus jelenségét az orvoslásban és az állatorvosi praxisban? Mire kell ilyen esetekben odafigyelni?



12. 5. ábra. 1. Lóorsóféreg.
2. *Delafondia* féreg

13. §. A SZERVEZET MINT ÉLŐ KÖRNYEZET. AZ ORGANIZMUSOK ALKALMAZKODÁSA A PARAZITA ÉLETMÓDHOZ

Emlékezzetek a szimbiózis formáira! Milyen organizmusok tartoznak a parazita férgekhez? Mi a molekuláris mimikri lényege?

Bolygónkon egyes organizmusok számára más fajok, a gazdaszervezetek jelentik az élőhelyet.

A parazita életmódhoz való alkalmazkodás sajátosságai. A szimbiózis különleges formája a **parazitizmus** (12. 1. ábra). Egyes élősködők a gazdaszervezet testén telepednek meg (*ektoparaziták* – 13. 1. ábra), mások annak a testében (*endoparaziták* – 13. 2. ábra).



13. 1. ábra. Ektoparazita – emberi fejtetű (1) – főként a hajszálak között él, az ember vérért szívja (megfigyelhető, mennyire látszik a gazdaszervezet vére a tetű testében); a petéit (2) speciális mirigyek által termelt váladék segítségével ragasztja a hajszálakhoz.

A parazitákra és azok gazdaszervezetére jellemző a hosszantartó koevolúció, amely során az élősködők specializálódtak valamely gazdaszervezetben vagy egy bizonyos szervben való élősködéshez. Például, az ivarérett simafejű és a horgasfejű galandféreg az ember beleiben élősködik, a trichinella lárvája viszonylag sokféle gazdaszervezetben élősködhet (vad- és háziállatokban, rágcsálókban, ragadozóban, az emberben), kizárólag a harántcsíktal izmokban található meg.

Az élősködők és gazdaszervezetük koevolúciójának egyik iránya a kapcsolatok kiélezettségének fokozatos csökkenése. A paraziták gyakran, főként az endoparaziták, erőteljesen függnek a gazdaszervezettől: a gazdaszervezet halála a parazita halálát okozza. Ezért minél hosszabb a parazita és a gazdaszervezet koevolúciója, annál jobban alkalmazkodnak egymáshoz, és az élősködő kevesebb kárt okoz gazdájának (13. 2. ábra). Ezt a törvényszerűséget nevezzük **a parazita és a gazdaszervezet koevolúciós törvényének**.

A parazita életmódhoz való alkalmazkodásnak több iránya van. Mindenekelőtt az élősködnek be kell jutnia a gazdaszervezetbe. Ez gyakran a parazita, a cisztának vagy petének táplálékkal vagy vízzel való (például a vérhasamóba) lenyelése által történik. Az élősködők a gazdaszervezetbe bejuthatnak önállóan vagy hordozók által (például az álomkór kórokozója a vérszívó cecelég segítségével jut be a szervezetbe). Gazdszervezetbe jutva a paraziták összetett vándorlást végeznek, miközben a szövetekben és szervekben a megfelelő helyüket keresik, eközben többségük elpusztul.

A gazdaszervezet a különböző védekezési reakciói segítségével igyekszik megszabadulni az élősködőktől. Például, a gazdaszervezetbe való bejutást akadályozza a bőr és a nyálkahártyák. A parazita szervezetbe való bejutása többféle reakciót vált ki: aktiválódik a sejtes és a humorális immunitás. Az élősködőket azonnal megtámadják a falósejtek, hatást gyakorolnak rájuk a biológiailag aktív anyagok: a nyálkahártyák nyálkája, a hormonok, a baktericid hatású enzimek.



A paraziták adaptáció-típusai. A legkönnyebben észrevehetőek a paraziták morfológiai változásai: például, a rögzítőszervek tökéletesedése, Ilyenek a tapadókorongok, ormányok, horogkoszorú

13. 2. ábra. A rákokhoz tartozó nyelvevő rák a halak szájüregének élősködője. A parazita vérral táplálkozik, és a nem megfelelő vérellátás miatt a hal nyelve visszafajlik. Ugyanakkor a gazdaszervezet alkalmazkodik a parazita jelenlétéhez nyelvként felhasználva annak testét nyelés közben.

(13. 3. ábra), karmok a végtagokon. Az adaptív változások érinthetik az élettani, a biokémiai, az anyagcsere folyamatokat. Így a galandf férgek, amelyekhez a simafejú galandféreg tartozik, a gazdaszervezet belében élőködnek, amelyben sok, a gazdaszervezet által megemésztett tápanyag van. Ugyanakkor galandf férgek is képesek enzimeket termelni, amelyek biztosítják a parazita számára szükséges vegyületek emésztését.

Paraziták morfológiai adaptációi lehetnek progresszívek és regresszívek. A *progresszívek*-hez tartozik a rögzítő szervek és az ivarszervek erőteljes fejlődése (a galandf férgek minden ízében található hím és női ivarszerv); összetett kültakaró, amely megvédi őket a gazdaszervezet védelmi reakcióitól (például az orsóféreg kutikula tucatnyi különböző felépítésű rétegből áll); a molekuláris mimikri megakadályozza a paraziták felismerését; a bélf férgek antienzimeket termelnek (olyan vegyületek, amelyek megvédik a kültakarójukat a gazdaszervezet enzimjeitől) stb.

A *regresszívek* (lat.: *regressio* – visszafelé történő mozgás) morfológiai adaptációhoz tartozik a mozgásszervek redukciója, az idegrendszer és az érzékszervek leegyszerűsített felépítése stb.

A paraziták összetett életciklusa során bekövetkező tömeges elpusztulását kompenzálja hihetetlen szaporodóképességük. Így az emberi orsóféreg nőténye egy nap alatt 250 000 petét képes lerakni, a horgasfejú galandféreg egyetlen ízében 175 000 pete képződhet.

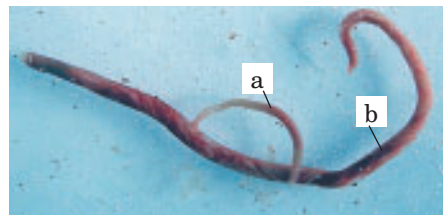
A parazita életmód erősen megnehezíti a különböző nemű egyedek találkozását. Ezért a paraziták (például a laposf férgek többsége, a parazita rákok sok faja) hermafrodita, gyakran képesek az önmegtermékenyítésre. Váltivarú fajoknál olyan adaptációk alakultak ki, amelyek biztosítják a partnerek megbízható találkozását. Például, a *Syngamus* nembe tartozó érzékpálcás fonálféregnél (13. 4. ábra) – a madarak légúti parazitái – a hím és a nőtény egy egész életre összefonódik: a hímek hozzánőnek a nőtényekhez az ivarnyílások táján.

Egyes paraziták (például a *trichinella* lárvái) kapszulát hoznak létre maguk körül, hogy elkerüljék a gazdaszervezet immunválaszát.

Idővel a paraziták összes életciklusa mutatja a koevolúció jeleit: a gazdaszervezet életciklusához és napi ritmusához való alkalmazkodást. Így például laposf férgek egyik képviselője, a hatszívókás mótely a békák húgyhólyagjában élőködik. Ivaréretté csak a harmadik éven válik, ekkor válik ivaréretté maga a gazdaszervezet is. A köztes gazda napi ritmusával való szinkronizáció érdekes példái a fonálf férgek. Például, a *Wuchereria* lárváit (az ember elefantiázis betegségének kórokozóját) szúnyogok terjesztik, az ember perifériás vérében csak



13. 3. ábra. A horgasfejú galandféreg a rögzítőszervényen található szívókák és horgos ormánya segítségével kapaszkodik meg a bélfalon.



13. 4. ábra. A *Syngamus* hímje (a) hozzánő a nőtényhez (b) annak ivarnyílása környékén



13. 5. ábra. A *Wuchereria* és a *Loa* – fonálféreg, amelyek az emberben élőködnek; lárváikat vérszívó rovarok terjesztik: 1 – a *Loa* lárvája az ember eritrocitái között; 2 – a *Loa* lárváit egy bögyölyfaj terjeszti (2), a *Wuchereria* lárváit szúnyogok (3); 4 – a *Wuchereria* által kiváltott elefantiázis betegség tünetei (a bőralj növekedésének és a limfa állandó pangásának következtében a szervek hipertrófiája figyelhető meg).

késő este vagy éjszaka jelenik meg. Ezzel ellentétben egy másik fonálféreg, a *Loa* lárvája nappal található meg a periférikus vérben, mivel azok köztes gazdája, a bögyöly csak ilyenkor aktív (13. 5. ábra).

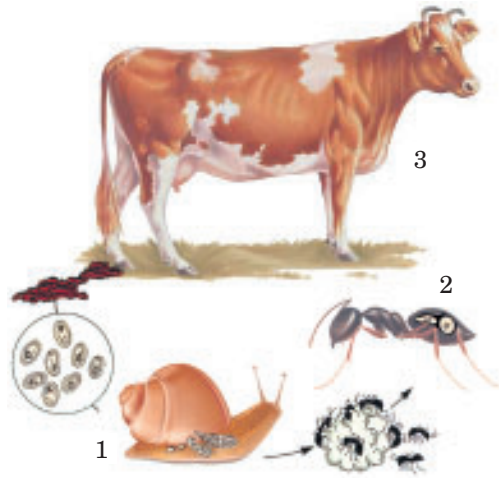
A parazita fajok életciklusai adaptációk a terjedéshez és az új gazda szervezetek megfertőzéséhez. Például, ilyen funkciót látnak el azok a lárvák, amelyek képesek aktívan terjedni, vagy a köztes, illetve végső gazda, amelyek terjesztik a parazitát. A 13. 6. ábrán látható az ember megfertőzésének az *Ancylostoma* fonálféreg által alkalmazott módja. Ennek a parazitának a lárvái még a talajban kikelnek a petéből, és az emberi szervezetbe gyakran a bőrön keresztül jutnak be.

A paraziták a gazdaszervezet viselkedését befolyásoló hatása is adaptáció, ami biztosítja a köztes gazda találkozását a végső gazdával. Erre példa a lándzsamétely, amely általában a növényevők májában (ritkán az emberében) élőködik (13. 7. ábra). Ennek a fajnak a második köztes gazdája egy hangya. A lándzsamétely lárváinak többsége cisztákat hoz létre a hangya testüregében, egy pedig bejut a rovar „agyába”, és megváltoztatja a viselkedését: nappal az ilyen fertőzött hangya végzi a megszokott feladatát, késő este pedig nem tér vissza a hangyabolyba, felmászik egy növényre és beleharap. Az ilyen fertőzött hangyát könnyebb lenyelnie a végső gazdának – a növényevőnek.



13. 6. ábra. Az *Ancylostoma* fonálféreg – az ember bőrében élőködik (1); a parazita a szájuégében éles lemezekkel rendelkezik (a), amelyek segítségével felsérti a bél nyálkahártyáját, és vérrrel táplálkozik; 2 – az emberi szervezet megfertőzésének egyik módja a bőrön keresztüli aktív bejutás.

13. 7. ábra. A lándzsamételey életciklusa: 1 – szárazföldi puhatestű (az első köztes gazda); 2 – hangya (a második köztes gazda); 3 – növényevő állat (végső gazda)



A parazitizmus nagyon elterjedt a különböző organizmus-csoportokban. Több állatcsoportnál is megfigyelhető (az egysejtű eukariótáktól a gerinchúrosokig), a baktériumoknál, a gombáknál, de még a virágos növényeknél is (az arankánál, a kónya vicsorgónál). Minden vírus sejten belüli parazita. A parazitizmus legfőbb vonása, hogy az élősködő feltétlenül kárt okoz a gazdaszervezetnek. A parazita életmódhoz való alkalmazkodás az élő anyag különböző szintjein történik – a molekuláristól a populációs-faj szintig.

Kulcsszavak és fogalmak

parazitizmus, ektoparazita, endoparazita, a parazita és a gazdaszervezet koevolúciójának törvénye.

Ellenőrizték a megszerzett tudást!



1. Mi jellemző a parazitizmusra mint a szimbiózis sajátos formájára? 2. Mi a hasonlóság és a különbség a parazitizmus és a kommensalizmus között? 3. Mit állít a parazita és a gazdaszervezet koevolúciójának törvénye? 4. Milyen felépítésbeli és működésbeli adaptációkkal rendelkeznek a paraziták? 5. Hogyan alkalmazkodtak a paraziták viselkedésükkel és biológiai ritmusukkal?

Gondolkozzatok el rajta!



Az emberi fonálféreg petéi bejutnak az ember beleibe, ahonnan a vérárammal eljutnak a májba, a szívbe, a légutakba, aztán újra visszakérülnek a bélbe. Támasszátok alá, hogy ezek a folyamatok a vándorlás adaptáció!

14. §. AZ ORGANIZMUSOK VÍZI ÉLETMÓDHOZ VALÓ ALKALMAZKODÁSA

Emlékezzetek bolygónk főbb élettereire! Mi a hidroszféra, az atmoszféra és a litoszféra? Mi az anabiózis állapotának lényegi sajátossága?

A vizek lakóira, a **hidrobiontákra** különböző adaptációk jellemzőek.

A hidrobionták ökológiai csoportjai és a rájuk jellemző adaptációk. A **plankton szervezetek** (gör.: *plagkton* – vándorló, bolyongó) alkalmazkodtak a víz különböző rétegeiben való élethez, adaptációi is kapcsolatban állnak a lebegőképesség biztosításával: az apró méret, a test kinövései, a váz könnyebbé válása vagy hiánya, a zsírfelhalmozás, a gázzal telt buborékok jelenléte, a szövetek magas víztartalma (14. 1. ábra).

A **nekton szervezetek** (gör.: *nektos* – lebegő) közé tartoznak a halak, a fejlábú puhatestűek, a cetek, amelyek képesek az aktív helyváltoztatásra a vízben.



14. 1. ábra. Plankton fajok: 1 – a sugárállatkának sajátos ásványi váza van (SiO_2 vagy SrSO_4), amely tövis alakú kinövésai a sejten kívülre jutva növelik a test felszínét; ezenkívül, a citoplazmájuk külső rétegében zsírzárványok vannak, amik csökkentik a sejt denzitását; 2 – a kockamedúza, amelynek víztartalma elérheti a 98 %-ot; 3 – a magasabb rendű rákok lárvájának páncélján kinövés található, ami növeli a test felszínét.

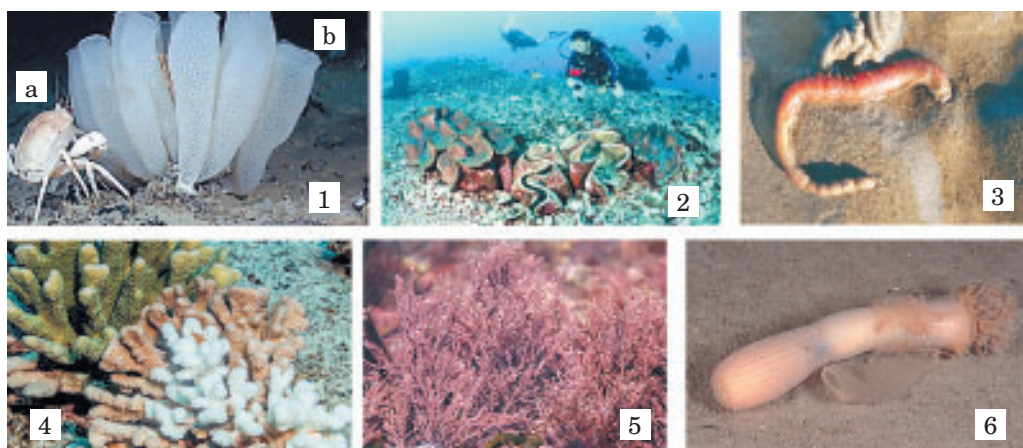
Ezek adaptációihoz tartozik az áramvonalas testforma és a jól fejlett mozgásszervek (14. 2. ábra). A nektonok képviselőinek kültakarója nyálkás, ami csökkenti a súrlódást úszás közben. Sok fajnak van gázzal telt úszóhólyagja, ami lehetővé teszi számukra az energiaráfordítás csökkentését a vízben való vertikális mozgás közben. Egyes nekton organizmusok (például a repülőhalak, egyes tintahalak) a víz alatt felgyorsulva képesek kiugrani a vízből és bizonyos távolságon keresztül repülni felette.

Azok az organizmusok, amelyek képesek a vízfelszínen és a vízfenéken élni, alkotják a **bentoszt** (gör.: *benthos* – tengerfenék): likacsoshéjúak, korallpolipok, fonálférgék, soksertéjű gyűrűsférgék, kagylók és egyes más puhatestűek, kacslábú rákok, rövidfarkú rákok, homárok, tüskésbőrűek, egyes moszatok, cianobaktériumok, baktériumok stb. Ezek az organizmusok olyan adaptációkkal rendelkeznek, amelyek segítségével megkapaszkodnak a vízfenéken vagy képesek a felszínen való helyváltoztatása, beásni magukat az aljzatba (14. 3. ábra).

Azok az organizmusok, amelyek a vízben a különböző felületeken telepednek meg (hajók alján, hidrotechnikai eszközökön, stb.) a **perifitonokhoz** (gör.: *peri* – körül és *phyton* – növény) tartoznak. Ilyenek például a szivacsok, a különböző moszatok, a kacslábú rákok stb. Ezek adaptációi – a víz alatti felületeken való megtelepedéshez szükséges különböző módok (14. 4. ábra). A perifiton fajok, akár-



14. 2. ábra. Nekton szervezetek: 1 – nagy ámbráscet – ma élő legnagyobb ragadozó, a hímek hossza eléri a 20 métert, testtömegük az 50 tonnát; főként fejlábú puhatestűekkel táplálkozik, melyek között vannak óriás méretű mélytengeri tintahalak (2), melyek testhossza eléri a 14 métert (nőstények); 3 – neon repülő tintahalak, testhosszuk 60 cm, a víz felszíne felett 50 métert képesek repülni 50 km/h sebességgel.



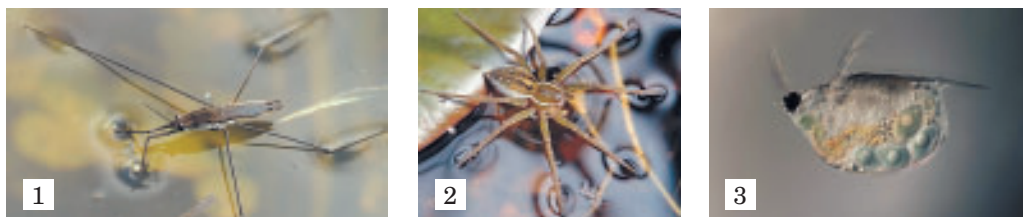
14. 3. ábra. A bentosz képviselői: 1 – egy mélytengeri remeterák (a) a Vénuszkosárka-szivacs mellett (b); 2 – a legnagyobb kagyló, az óriáskagyló, melynek mérete eléri az 1,2 métert, testtömege pedig 200 kg-nál is több lehet, közel 100 évig él; ezáltal a kagyló által előállított egyetlen gyöngy (ún. Allah gyöngye) tömege eléri a 6,4 kg-ot; 3 – a csaliféreg a tenger aljzatában él, amibe U-alakú üregeket váj (Ezek közül a soksertéjű gyűrűsférgek közül egy faj a Fekete tengerben él); 4 – a polipok a tengerfenéken hatalmas telepeket képezhetnek; 5 – a Corallina vörösmozzat sajátos mészvázzal rendelkezik, ezért kívülről korallpolipra emlékeztet; 6 – a féregszerű Priapulidus a különböző mélységekhez alkalmazkodott – az árapály zónától 7500 méter mélységig.



14. 4. ábra. A perifiton képviselői: 1 – az édesvízi vándorkagyló képes megtelepedni a különböző hidrotechnikai eszközökön, zavarva azok normális működését; 2 – az emberi tevékenységet zavarhatja a moszatok megtelepedése is.

csak a bentosz lakók, szintén az életciklusuk szabadon mozgó fázisában (ostoros spórák, 14. §. Az organizmusok vízi életmódhoz való alkalmazkodása).

Sajátságos ökológiai csoport **neuszton** (gör.: *neuston* – úszó) – olyan organizmusok alkotják, amelyek a vízi és a légi környezet határán élnek (14. 5. ábra). Ezek élete kapcsolatban áll a víz felszínével. a neusztonhoz tartoznak a molnár-



14. 5. ábra. A neuszton képviselői: a molnárpoloska (1) és a vidrapók (2) a lábukon szőröcskékkel rendelkeznek; 3 – a rákokhoz tartozó Scapholeberis képes megkapaszkodni a vízfelszínhez alulról és hosszában közlekedni.



14. 6. ábra. Amfibionta organizmusok: 1 – a farkos kétéltűekhez tartozó tarajos göte, Ukrajna legnagyobb részén megtalálható; tavasszal és a nyár első felében az édesvizekben él, a nyár második felében a szárazföldön tartózkodik; 2 – a nyílfű különböző levéltípusokat hoz létre: a víz felett nyílszerűeket, a víz alatt szalagszerűeket; 3 – az almacsigánál a testüreg két részre van osztva: az egyikben találhatóak a kopoltyúk, amelyek biztosítják a vízben való légzést, a másik része tüdőként funkcionál, ami biztosítja a légköri levegő hasznosítását.

poloskák, a keringőbogarak, a szúnyoglárva, az egyes kagylósrákok. Közülük egyesek a víz felületi feszültségét arra használják, hogy a víz felszínén húzzanak, ebben segít a testük vízállósága (a molnárpoloskák, egyes pókfajok). Más organizmusok lógnak a vízfelszín alatt (például az szúnyoglárva, egyes rákok, a halivadékok).

Az **amfibionta organizmusok** (gör.: *amphi-* – mindkét oldalról, kettős és *bionta* – élőlény) külön csoportot alkotnak, amely viszonylag jól alkalmazkodott a vízi, illetve a szárazföldi életmódhoz. Tipikus amfibionták a kétéltűek, a növények közül a nyílfű (14. 6. ábra).

A vízi élettérben vezető szerepet játszó ökológiai tényezők. Az ökológiai tényezők szempontjából a világ különböző zónái eltérnek egymástól,



14. 7. ábra. Biolumineszcencia jelensége: 1 – óriás telepes medúza: telepei eléri az 50 métert, 700 – 1000 méter mélyen él; 2 – a kisméretű *Watasenia scintillans* tintahal japán partjainál 400 méter mélyen él

ezek közül a legfontosabbak a hőmérséklet, a megvilágítás, a nyomás, a gázok összetétele, a sótartalom, a fenék domborzata, a víztömeg mozgásának sebessége, stb. A víz magas hőkapacitása előidézi a hőmérséklet viszonylag csekély ingadozását a felszíni rétegekben (az óceán felszíni rétegeinek éves hőmérséklet változása nem haladja meg a 10–15 °C, a nagyobb mélységekben pedig a hőmérséklet állandó – 1,5–2,0 °C). A kontinentális vizekben élő hidrobionták általában ellenállóbbak a víz hőmérsékletének változásaival szemben, mint a tengerek lakói. A hőkedvelő hidrobiontákra jellemző a fehérjék és az ivarszervek megnövekedett hőállósága, ezek enzimjei aktívabbak magasabb hőmérsékleten.

A vizek megvilágítottsága gyorsan változik a mélységgel. Így 150–250 méter alatt a fotoszintetizáló organizmusok nem képesek megélni. A nagy mélységhez való adaptáció a

biolumineszcencia képessége – fénykibocsátás specifikus lipid-molekulák (luciferin) oxidációja következtében luciferáz enzim hatására (14. 7. ábra).

A nagy mélységek lakóinak gyakran nincs vagy fejletlen a mészváza, mivel a nagy nyomás hatására a kalcium karbonát vízben oldódóvá válik. Ezért a mélytengeri likacsoshéjúak váza szerves anyagból vagy bárium karbonátból van, a szivacsoknál kovaföldből. Némely mélytengeri halfaj csontvázát porc helyettesíti. A sötétség következtében a mélytengeri fajok nem rendelkeznek szemmel vagy, éppen ellenkezőleg, szemük mérete jelentősen megnövekszik (teleszkópos szemek). Az ilyen organizmusok színezete általában sötét vagy halvány.

A különböző víztípusok sótartalmuk szempontjából eltérnek. Az édesvizek lakói kiürítik szervezetükből a fölösleges vizet (az egysejtű eukarióták lüktető vakuolája, a soksejtűek kiválasztó szervei). A nagyon sós vizek lakói pedig éppen ellenkezőleg, kénytelenek megakadályozni a víz kijutását a szervezetükből (kültakarójuk nem engedi át a vizet, kiválasztó szervek sajátos módon működnek).

A megvilágítás intenzitásának, a hőmérséklet, a sótartalom, a gázok mennyiségének változása kiválthatja az organizmusok vertikális vándorlását. Például, nagyobb esők következtében a tengerek felső rétege sótlanná válhat, és a hidrobionták a mélyebb rétegekbe vándorolnak, ahol a sótartalom állandó. A világító rákok nappal a víz felső rétegeibe vándorolnak, mivel napfényre van szükségük az A-vitamin előállítására karotinoidokból, amelyekhez a táplálékkal jutott.

A hidrobionták a vizek kiszáradásához való alkalmazkodása. Az időlegesen vagy periodikusan kiszáradó vizek lakói általában gyorsan fejlődnek, és képesek rövid idő alatt jelentősen megnövelni egyedszámukat. A száraz időszakot ezek a lények inaktív állapotban töltik (peték, ciszták, spórák formájában). Például, a pajzsos rákok (14. 8. 1. ábra) vagy a levél-lábú rákok petéje száraz állapotban megőrzi életképességét 8–5 évig.

Egyes hidrobionták a száraz időszakban ássák magukat a talajba (az örvény- és a kevés-sertéjű férgek, vízirovarok és lárváik, egyes halak), időnként külső védőburkot képeznek. Például, az afrikai götehal (14. 8. 2. ábra) képes beásni magát az iszapba 1 méter mélyre, és védő kapszulát hoz maga körül létre iszaphól, amit a bőr mirigyeinek váladéka köt meg. Ilyen állapotban ez a hal képes 9 hónapot eltölteni (kísérleti körülmények között 4 évet), csak akkor hagyja ott a kapszulát, amikor visszatér a víz. A mi édes vizeinkben élő csíkkal hasonló módon éli túl a száraz időszakot.



14. 8. ábra. A hidrobionták a vizek kiszáradásához való alkalmazkodása: 1 – pajzsosrák, Ukrajna időleges vizeinek lakója, a faj több, mint 200 millió éves; 2 – afrikai götehal

Kulcsszavak és fogalmak

hidrobionták, plankton, nekton, bentosz, perifiton, neuszton, amfibionta organizmusok.

Ellenőrizték a megszerzett tudást!



1. A hidrobiontákat milyen ökológiai csoportokra osztjuk? 2. Mi a közös és az eltérő a plankton és a nekton organizmusok között? 3. Jellemezték a bentosz lakóit! 4. Milyen adaptációk jellemzik a perifitont? 5. Hogyan alkalmazkodtak a hidrobionták a vizek kiszáradásához?

Gondolkodjatok el rajta!



Támasszátok alá az állítást: az élet vízi élettérben jött létre!

15. §. A SZÁRAZFÖLDI ÉLETTÉR ÉS AZ ORGANIZMUSOK HOZZÁVALÓ ALKALMAZKODÁSA

Emlékezzetek, milyen ökológiai tényezőket nevezünk abiotikusoknak, biotikusoknak és antropogéneknek!? Mi az anabiózis?

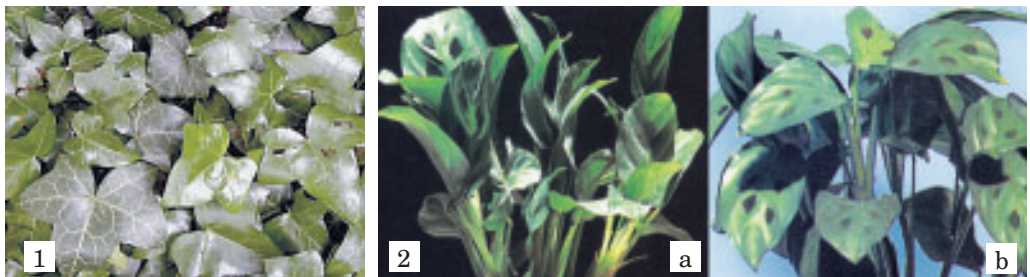
Az abiotikus tényezők közül a szárazföldi élettérben vezető szerepet játszik a megvilágítás, a hőmérséklet és a páratartalom.

Az organizmusok alkalmazkodása a fényviszonyokhoz. A fényigényük szerint a növényeket feloszthatjuk a következő csoportokra: fénykedvelő, árnyéktűrő és árnyékkedvelő. A **fénykedvelő fajok** (nyírfa, fenyő, árvalányhaj) hajtásainak szártagjai megrövidültek és erősen ágaznak, leveleik általában aprók vagy a levéllemezüik szeldelt, vastag kutikula borítja. A levél alsó részét borítják sűrűn szőröcskék, stb.

Az árnyékkedvelő növények (mohák, zsurlók, madársóska, lucfenyő) levelei sötétzöldek, magas a klorofill tartalmuk, a gázcseré-nyílások mennyisége egy-egy felületen kisebb, mint a fénykedvelő növényeknél. Az árnyékkedvelő növények levelei főként horizontálisan helyezkednek el, vagy levélmozaikot alkotnak (15. 1. ábra).

Az árnyékkedvelő növényekre (kocsányos tölgy, kislevelű hárs, közönséges orgona) olyan adaptációk jellemzőek, amelyek a fénykedvelőkre és az árnyéktűrőkre is. Így tehát, egy növényen lehetnek különböző típusú levelek attól függően, hogy milyen fényviszonyok mellett fejlődtek: a korona szélén elhelyezkedő levelek a fénykedvelő növények levelére jellemző struktúrájú, a korona belsejében – az árnyék kedvelőkéhez hasonló. Ha a növény olyan helyen nő, ahol a fényviszonyok periodikusan változnak, akkor az évszaknak megfelelő levelek jelennek meg, amelyek jellemzőek fénykedvelő vagy az árnyékkedvelő növényekre.

Az állatoknál megkülönböztetünk **éjszakai** (éjszaka aktív) és **nappali** (nappal aktív) **csoportokat** (15. 2. ábra). A „nappali” csoport képviselői általában jól



15. 1. ábra. A növények adaptáció a fényviszonyokhoz: 1 – levél mozaik – a rossz fényviszonyokhoz való adaptáció; 2 – a nap folyamán egyes növények a leveleik állását megváltoztathatják: éjszaka visszahúzódnak (a); nappal, amikor fotoszintetizálnak, szétterülnek (b)

15. 2. ábra. 1. A nektárma-
dárffélék képviselői élénk
színű kisméretű „nappali”
madarak. 2. Fülesbagoly –
nagy szemű „éjszakai” ma-
dár



fejlett látással rendelkeznek, képesek megkülönböztetni a színeket, gyakran élénk színűek. Ezzel ellentétben az „éjszakai” csoport képviselőinek, illetve azoknak a fajoknak, amelyek ősei éjszakai életmódot folytattak (a kutyafélék, a macskafélék családjainak képviselői), színlátása gyengén fejlett, szemük nagyméretűek lehetnek (például a baglyoknál, a makiféléknél), ami lehetővé teszi a kis mennyiségű fény érzékelését is. Olyan állatoknál, amelyek fényhiányos környezetben élnek (a talaj mélyebb rétegeiben, barlangokban), a látószerv erősen redukálódik (vakond, földikutya) vagy egyáltalán nem rendelkeznek vele (mint a farkos kétéltű barlangi vakgöte).

Az organizmusok alkalmazkodása a környezet hőmérsékletéhez.

Azokat a fajokat, amelyek számára az alacsony hőmérséklet az optimális **kriofileknek** vagy **hideg kedvelőknek** nevezzük. Ezekhez tartoznak a baktériumok, a zuzmók, a mohák, az ízeltlábúak. Azok a növények, amelyek a tundrán, a magashegységeken nőnek, alacsony, gyakran a földfelszínen kúszó szárral rendelkeznek. Sejtnedvükben felhalmozódnak a cukrok, ami csökkenti a citoplazma fagyáspontját. A rovaroknál a limfa fagyáspontját a benne lévő glicerin csökkenti (a hótücsökfélék képesek mozogni a fagyon $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérsékleten; 15. 3. 1. ábra).

A **termofil** vagy **hőkedvelő fajok** magas hőmérsékletű ($+50\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os vagy e feletti) környezetben élnek (a trópusi erdők archea fajai, a sivatagok gyászbogarai – 15. 3. 2. ábra). Ezek adaptációja kapcsolatban áll a fehérjéik és más makromolekuláik szerkezetével, amelyek ellenállnak az adott tényező hatásának. A hőmérséklet a szárazföldi élettér egyik legváltozatosabb tényezője. Ezért az organizmusok általában csak bizonyos határok között alkalmazkodnak a hőmérséklet ingadozásokhoz. Az állatok hőmérsékletéhez való alkalmazkodása kapcsolatban áll a kémiai és fizikai hőszabályozással vagy a viselkedéssel.

Ⓜ Emlékezzünk, a hőszabályozás – az a képesség, amellyel a szervezet fenntartja a hőtermelés, vagy a környezetből való hőel-

15. 3. ábra. Kriofil (hidegkedvelő) (1) és termofil (melegkedvelő) (2) állatok: 1 – ormányos tücsök (Csőrösrovarok rendje); Ukrajnában vörös könyves faj; ezek a rovarok késő ősztől kora tavaszig aktívak, olvadáskor a havon csoportosulnak; fekete színük segíti őket a napenergia hatásos elnyelésében, növelve a testhőmérsékletüket; 2 – a Stenocara nemhez tartozó gyászbogarak a Namib-sivatag lakói; ködös időben ezek a rovarok testük felületén kondenzálják a vizet, amely cseppek formájában a szájnyílásukhoz folyik





15. 4. ábra. Az állatok hőszabályozása kapcsolatban áll a viselkedéssel: 1 – a lepke széttárja szárnyait hideg időben így gyűjtve össze a Nap hőjét a testfelszínén keresztül; 2 – a vízisikló a napon sütkezézik így gyűjtve össze a Nap infravörös sugarait, amelyek hőenergiában gazdagok

nyelés, és a hőleadás állandó arányát. A *kémiai hőszabályozást* biztosítja a hőtermelés mértékének növelése, amikor a környezet hőmérséklete csökken (például az izmok összehúzódása, az exotherm reakciók intenzitásának növelése következtében). A *fizikai hőszabályozás* kapcsolatban áll a hőleadás mértékének változásával (a szőrzet vagy a tollazat pozíciójának, a bőr hajszálerek átmérőjének, a verejtékezésnek, a növények párologtatásának,

az állatoknál a zsírrétegek szétválásának szabályozásával). Hozzatok fel még példákat hőszabályozó mechanizmusokra az állatoknál!

A **melegvérű**¹, vagy **homoioterm** állatok (emlősök, madarak) hőtermelése magas, a hőszabályozás mechanizmusai fejlettek. **Hidegvérű**-nek vagy **poikilotherm**-nek nevezzük azokat az állatokat (olyanokat, mint a gerinctelenek, halak, kétéltűek, hüllők), amelyekre általában viszonylag alacsony szintű anyagcsere jellemző, és ennek megfelelően szervezetük kevesebb hőt termel. Az életműködésük intenzitása jelentősen függ a környezet hőmérsékletétől. Ugyanez jellemző a mikroorganizmusokra, a gombákra és a növényekre: a környezet hőmérsékletének csökkenésével a bennünk zajló életfolyamatok lelassulnak, és csak akkor újulnak meg, amikor kívülről bizonyos mennyiségű hőhöz jutnak. A poikilotherm állatok bizonyos hőszabályozási mechanizmusai kapcsolatban állnak a viselkedésük változásával: kimászva jól megvilágított helyekre, többlet hőenergiához juthatnak az infravörös sugárzásból, amely a Föld felszínére jutó napenergiából van (15. 4. ábra).

- Az állatok bizonyos hőmérsékleti feltételekhez való adaptációi érinti a felépítésüket. Az **Allen-szabály** (1877-ben fogalmazta meg az amerikai zoológus J. Allen) szerint az *északi félteke homoioterm állatai kiálló testrészeinek (fül, farok stb.) méretei növekszenek északról dél felé haladva*. Ez azzal áll kapcsolatban, hogy meleg éghajlati öveken a kapillárisokban gazdag, méretes fül, farok – specializált szervek, amelyek a hőleadást biztosítják (15. 5, 1. ábra).

- A **Bergmann-szabály** szerint (1847-ben K. Bergmann német tudós fogalmazta meg) az *egy vagy két rokon, azonos hőszabályozással bíró homoioterm állatfajnál, a nagyobb testméretű faj egyedei északabbra élnek*. Mivel a nagyobb testméretű állatok testfelülete a térfogatukhoz képest kisebb, mint az apróbb egyedeké, ezért kevesebb hőt adnak le a környezetüknek, és ennek megfelelően kevesebb energiát használnak fel az állandó testhőmérsékletük fenntartására (15. 5, 2. ábra).

¹ A „melegvérű” és a „hidegvérű” szakkifejezések bizonyos mértékig elvesztették jelentőségüket, mivel az ún. hidegvérű állatok vérmérséklete meleg lehet magas környezeti hőmérséklet mellett.



15. 5. ábra. 1. Sarki róka (a) és a sivatagi róka (b).
2. A tajmiri farkasok (a) testhossza 137 cm, testtömege 49 kg; ugyanakkor a mongóliai farkasok (b) testhossza 120 cm és testtömege 40 kg

Az egyes homoioterm állatfajokra jellemző a **heterotermia**: a kedvezőtlen időszakokban nyári vagy téli álmat alszanak, miközben testhőmérsékletük lecsökken (télen a barnamedve, a sündisznó, a szitakötők; nyáron a száraz időszakban a sivatagok és félsivatagok lakói – a rágcsálók). Ennek köszönhetően ezek a fajok lecsökkentik az anyagcsereszintjüket, és kevés energia-tartalékot használnak fel.

A növények környezeti hőmérséklet-változáshoz való adaptációi főként a biokémiai, az élettani és a morfológiai mechanizmusokkal állnak kapcsolatban. A növények képesek nagymennyiségű hőt leadni nagy testfelületükön és transpirációjuk (párologtatásuk) révén. Például, hőség idején a transpiráció következtében a levelek hőmérséklete 4-6 °C fokkal alacsonyabb lehet, mint a levegőé. Ezen kívül a növények megváltoztatják a levelállásukat: erős napsugárzáskor a növény elfordítja leveleit, trópusi hüvelyesek +35 °C-on összezárják azokat; egyes trópusi hüvelyesek képesek csőszzerűen összezárni leveleiket. A sivatagok és félsivatagok növényeinek nagy levelei lehetnek ezüstösök és fényes felszínűek, aminek köszönhetően visszaverik az intenzív fényt. A növények képesek fokozatosan fagyásállóvá válni, vagyis fokozatosan képesek elviselni az alacsony hőmérsékleteket.

Az organizmusok nedvességhez való alkalmazkodása. A szervezetek a szárazföldi élettérhez való alkalmazkodás közben kialakítottak olyan adaptációkat, amelyekkel képesek vizet nyerni, gazdaságosan felhasználni a nedvességet, és túlélni a száraz időszakokat. Így például, a száraz helyeken növő növények gyökérzete képes lehatolni nagyobb mélységekbe (erdeifenyő, tevetővis), ami segít hozzájutni a talajvízhez, vagy erőteljesen elágazik a talaj felső rétegeiben (kaktuszok), ami nagy felületen biztosítja a hatásos vízfelszívást a rövid ideig tartó esőzések idején. Az ilyen növényeknél a levéllemezek felszíne is csökken, megvastagszik a kutikula, csökken a gázcsere-nyílások száma, a levelek gyakran tövisekké, pikkelyszerűekké változnak, a fotoszintézis funkcióját pedig átveszi a zöld szár (kaktuszok, tevetővis; 15. 6. ábra). Egyes többnyári növények képesek felhalmozni leveleikben (aloe, kövirózsa) vagy szárukban (kaktuszok) a nedvességet, és azután gazdaságosan felhasználni azt. Az ilyen növényeket *szukkulenseknek* nevezzük. Sok trópusi fű képes túlélni a száraz időszakot módo-



15. 6. ábra. Szárazságtűrő növények száraz időszakhoz való adaptációi: 1 – a fügekaktusz, mint más kaktuszfajok is, nedvességet halmoz fel a szárában; 2 – a kandeláberkaktusz képes több, mint 3 tonna vizet raktározni; 3 – a tevetövis – a szklerofiták képviselője

sult földalatti hajtások (gyöktörzsek, hagymák, hagymagumók) segítségével, miközben föld feletti részeik elhalnak. Száraz időszakban a fák és a cserjék elhullatva leveleiket, csökkentik párologtatásukat.

A növények normális létezésének egyik előfeltétele a szárazföldi élettérben olyan adaptációk megléte, amelyek biztosítják a **vízegyensúly**-t, vagyis a víz azon mennyisége, amit felszív a növény, és ugyanebben a mennyiségben felhasznál. Amíg a **vízkedvelő** növények (harmatfű, szőrmoha, nebánsvirág) kizárólag jó vízellátottságú vagy lápos talajokon nőnek, addig a **szárazságtűrő** növények (árvalányhaj, csenkesz, kaktuszok) olyan adaptációkkal rendelkeznek, amelyek segítségével képesek hozzájutni vízhez vízhiányos időszakokban, korlátozni a párologtatást vagy raktározni a vizet szövetekben. A szukkulensekkel ellentétben a szklerofiták támasztószövetben gazdag, kemény hajtásokkal, gyakran henger alakúan összehajló (szakszaul, árvalányhaj) apró levelekkel rendelkeznek (15. 6, 3. ábra).

Az állatok között, akárcsak a növények között, vannak **vízkedvelő** (szárazföldi ászkarákok, kételtűek), **szárazságkedvelő** (sivatagi rovarok, pókok, hüllők) és **szárazságtűrő** fajok (a szárazföldi állatok többsége). Az állatok vízegyensúlyát fenntartani szolgáló adaptációk lehetnek morfológiaiak, élettaniak és etológiaiak. A **morfológiai adaptációkhoz** tartozik a jól fejlett epikutikula a legtöbb ízeltlábúnál (külső lipidréteg – 15. 7, 1. ábra), a hüllők szarupikkelyei és pajzsa, a puhatestűek páncélja.



15. 7. ábra. Adaptációk az állatoknál, amelyek száraz körülmények közötti életre teszik őket képessé: 1 – a sárgaskorpió Eurázsia sivatagainak és félsivatagainak lakója – jól fejlett epikutikulával rendelkezik, amely megakadályozza a vízvesztést; 2 – a Hemilepistus nembe tartozó ászkarák beásva magát a függőleges üregébe (1 méter mélységbe), képes a száraz és magas hőmérsékletű agyagos sivatagokban megélni, az üreget csak akkor hagyja el, ha megnő a levegő talajmenti nedvességtartalma. Szervezetük víztartalmát növényi részek elfogyasztásával pótolják

Az állatok *élettani adaptációi* kapcsolatban állnak az életfunkciók sajátosságaival. Például, sok száraz helysín lakója képes metabolikus vizet előállítani zsírkészletének oxidációja révén (tevék, rágcsálók, rovarok). A rovaroknál az utóbél falának speciális mirigyei felszívják a vizet az emésztetlen táplálékmaradványokból és anyagcsere végtermékekből, melynek következtében a víz a szervezetben marad. Az állatok más a vízgazdálkodást szolgáló élettani adaptációihoz tartozik a verejtékkiválasztás intenzitásának, és a nyálkahártyákon való párologtatásának szabályozása, a szervezet kiszáradásának megnövekedett tűrés határa, illetve a hőszabályozás sajátosságai. Például, a poikilotherm állatok (így a hüllők) a test a környezeti hőmérsékletnek megfelelő felmelegítése csökkenti a víz párologtatását.

A *vízgyengés szabályozásának etológiai módjai* kapcsolatban állnak az állatok viselkedésével. A nagytestű gerinces állatok képesek nagy vándorlásra, amely során felkeresik a vízforrásokat (elefántok, antilopok) vagy földalatti járatok ásására, amelyekben a levegő páratartalma jelentősen magasabb a száraz időszakban (15. 7, 2. ábra). A száraz helyeken élő állatok gyakran éjszaka aktívak, amikor a levegő páratartalma magasabb és hőmérséklete alacsonyabb. Hosszantartó száraz időszakban az állatok diapauza állapotba kerülhetnek. **A diapauza – átmeneti nyugalmi állapot, amely az állatok felfüggesztett növekedésével, egyedfejlődésével és az anyagcsere általános csökkenésével jár.**

Kulcsszavak és fogalmak

homiotherm és poikilotherm állatok, szukkulensek, szklerofiták, diapauza.

Ellenőrizték a megszerzett tudást!



1. Milyen abiotikus tényezők játszanak vezető szerepet a szárazföldi élettérben? 2. Milyen adaptációk figyelhetők meg a különböző fényviszonyok között növő növényeknél? 3. Hogyan szabályozzák a növények a testhőmérsékletüket? 4. Milyen adaptációk jellemzőek a különböző hőmérsékleteken élő állatokra? 5. Hasonlítsa össze az állatok és a növények száraz időszakhoz való alkalmazkodását!

Gondolkodjatok el rajta!



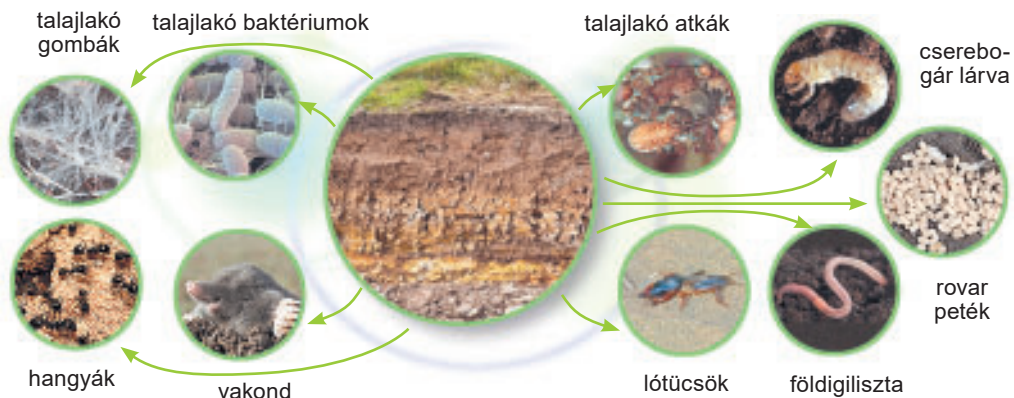
Miért van adaptív jelentősége az emlősök és az ember reszketésének hideg környezetben?

16. §. AZ ORGANIZMUSOK TALAJLAKÓ ÉLETMÓDHOZ VALÓ ALKALMAZKODÁSA. AZ ORGANIZMUSOK ÉLETFORMÁINAK KIALAKULÁSA MINT BIZONYOS KÖRNYEZETI FELTÉTELEKHEZ VALÓ ALKALMAZKODÁS

Emlékezzetek a talaj kémiai és mechanikai összetételére! Mitől függ a talaj termőképessége? Mi a konvergencia? Milyen növények tartoznak a szukkulensekhez?

A talaj, mint élettér, sajátosságai. A talaj – a litoszféra felső, organizmusok tevékenysége által létrehozott termékeny rétege (16. 1. ábra). A különböző típusú talajokban különbözik a szerves és szervetlen vegyületek aránya. Így a lápos, mocsaras részeken többségben vannak a szerves vegyületek, a fekete-földben (csernozjom) – szerves és szervetlen anyagok aránya közel azonos, a gesztenyebarna (kastanozem) és a szürke erdőtalajban több az ásványi anyag. A talaj jelentős szervesanyag-tartalma (humusztartalma) jelenti a tápanyagot az organizmusok különbözőféle csoportjainak.

A talaj a szárazföldi élettérhez viszonyítva stabilabb körülményeket biztosít. Nedvességtartalma általában magasabb, mint a levegőé, ezért a különböző organizmusok könnyebben túlélnek a száraz időszakot.



16. 1. ábra. Néhány talajlakó élőlény (*Feladat: Tanár segítségével idézzétek fel az ábrán látható organizmusok biológiáját!*)

A talaj levegő-tartalmának összetétele jelentősen eltér a légkörtől: a széndioxid mennyisége 10-szer 100-szor magasabb, míg az oxigén mennyisége valamivel alacsonyabb. Az oxigén főként a légkörből jut a talajba diffúzió révén, ezért mennyisége a felsőbb rétegekben magasabb. A talaj levegő tartalma a nedvességtartalmától függ: minél magasabb a nedvességtartalom, annál kevesebb mennyiségű gáz található benne.

A talaj, mint élettér, egyik jellemvonása a hőmérséklet viszonylag csekély napi és éves ingadozása. A talajlakó állatok az optimális feltételek keresése közben függőlegesen vándorolnak (16. 2. ábra).

A talaj felszínén a növényi élettevékenység következtében **avar** keletkezik. Az avar segítségével történik a tápanyagok cseréje a növény-talaj rendszerben. A talajban a szerves maradványok aktívan feldolgozódnak a talajlakó organizmusok (baktériumok gombák, állatok) által, felaprított ásványi szemcsékkel összekevert szerves anyag képződik, amely a talaj felső rétegébe jut.

A talajlakó élőlények által történnek a talajképződés fő folyamatai: a szervesanyag szintézise és lebontása, a biológiailag aktív kémiai anyagok szelektív felhalmozódása, az ásványi anyagok lebontása és újraképződése, az anyagok talajban való migrációja.



16. 2. ábra. Függőleges vándorlásra képes talajlakó organizmusok: 1 – állatok, amelyek járatokat készítenek a talajban: a lótücsök (a) kiszélesedett elülső végtagokkal rendelkezik, amely segítségével aktívan ás a talajban, a földigiliszta (b) járatait a testizmai összehúzódása vagy a talaj bélcsatornájában való bejuttatása révén hozza létre; 2 – olyan állatok, amelyek a vándorláshoz a már meglévő járatokat használják – a talajlakó páncélosatkák apró 1 mm-t általában nem meghaladó méretűek

A talaj létfeltételeinek sokfélesége határozza meg a faji összetétel gazdagságát. A talajban fejlődik a magasabbrendű növények gyökérzete. A moszatok (zöldmoszatok, sárgászöld moszatok, kovamoszatok); elterjedtek benne a különféle gombák és zuzmók, a baktériumok és a cianobaktériumok, az állatok.

A **talajbaktériumok** között vannak autotróf (főként kemoszintetizáló – nitrifikáló baktériumok) és heterotróf (szaprofita, szimbionta, emberi betegségek különböző okozói, állatok és növények, illetve azok spórái) fajok.

A **talajlakó gombák** különböző típusú talajokban nőhetnek ott, ahol legalább valamennyi szerves maradvány található. *Emlékezzetek:* a talajlakó gombák között vannak szaprofita, szimbionta, parazita (növények föld feletti és föld alatti részének parazitái) fajok és mutualista (a növények gyökérzetével lépnek szimbiózisba) formák! Minden nyitvatermő növény és a kétszikűek 85 %-a mikorrhizákat képez (16. 3. ábra).

A **talajlakó állatok** különböző rendszertani és ökológiai csoportokhoz tartoznak. Közülük egyesek a talajban való állandó élethez alkalmazkodik (vakond, földikutya, földigiliszta, páncélosatkák; lásd 4. 3. ábra, 15. 7. 2. ábra). Mások az életciklusuk egy nagyobb részét a talajban töltik (a cserebogarak, a pattanóbogarak lárvái; a lábatlan kétéltűek). Egyes állatok csak kedvezőtlen időszakokban válnak talajlakóvá (télen, szárazság idején): varangyok, egyes rovarok, a pikkelyes hullók stb.

Az életformák mint az organizmusok ökológiai osztályozásának alapegységei. A különböző rendszertani csoportok bizonyos életforma-típusokat hoznak létre a hosszantartó életfeltételekhez és életmódhoz való alkalmazkodás közben.

Jegyezzétek meg!

Az **életforma** – a különböző fajok hasonló morfológiai-ökológiai szerveződése az életciklus bizonyos fázisaiban, ami megjelenik az adaptáció-komplexeikben (16. 4. ábra). Minél plasztikusabb ökológiailag egy bizonyos rendszertani csoport, annál több életformával rendelkezik.



16. 3. ábra. A gombák mutualista kapcsolatba lépve növényekkel mikorrhizákat hoznak létre, javítva a növények ásványianyag ellátását



16. 4. ábra. Az emlősök életformái: 1 – szárazföldi; 2 – fánlakó; 3 – talajlakó; 4 – szárazföldi – légi; 5 – vízi (*Feladat:* Hozzatok fel több példát az állatok életformáira!)



16. 5. ábra. Tengeri ragadozók, amelyek képesek aktívan vadászni: 1 – bikacápa (Porcos halak osztálya, Kékcápaalakúak családja) 2 – kardszárnyú delfin (a Cetek rendjébe tartozó emlős)

Az organizmusok egy bizonyos életformáját az *ökológiai osztályozás alapegységének* tekintik, mivel ez tükrözi a különböző rendszertani csoportok hasonló körülményekhez való alkalmazkodását. Például, a különböző rendszertani csoportokhoz tartozó vízi állatok képesek aktívan úszni, megnyúlt áramvonalas testtel rendelkeznek (16. 5. ábra).

Bizonyos életformák kialakulása a konvergencia eredménye. Például, a törzsszukkulensekhez sorolják a kaktuszokat és a kutyatejet, bár ezek a növények pusztán a Kétszikűek különböző rendjeihez tartoznak. A konvergencia kialakulásának, ennek megfelelően az életformáknak is, alapja a kombinatív változékonyság. A konvergencia esetében jól látható a környezet hatása a szerveződésre: a vízi életmódot folytató állatoknál főként az áramvonalas test és a hátul található mozgásszervek; a repülés, de még a hosszabb ugrás is nagyobb testfelületet igényel.

A növényeknél, akár csak az állatoknál, az életforma főként a külső megjelenésben érhető utól, ami mutatja az adott feltételekhez való alkalmazkodást. Az egy fajhoz tartozó növények a faj areájának különböző részein eltérő életformákhoz tartozhatnak. Például, bizonyos fenyőfajok a magas hegyeken vagy északon gyakran cserjeszerűek. A kislevelű hárs különböző életformái megjelenhetnek akár egy fitocönózisban. Az erős árnyék következtében, a szakadékok alján, lejtőkön a hárs lehet bokorszerű. Az ilyen hársfa egyedek nem hoznak virágokat, magasságuk nem éri el a 4 métert, és a cserjeszintet alkotják. Ugyanez vonatkozik a zselnicemegyre.

A növényi életformák osztályozásának több változata is van. Ezek közül az egyiket I. Szerebjakov dolgozta ki. Ennek az alapja a föld feletti tengelyek struktúrája (fásszárú, félfásszárú és lágyszárú növények), típusa – a föld feletti tengelyek viszonylagos élettartama (a fásszárúaknál), vagy magának a növénynek az élettartama (a lágyszárú növényeknél).

A kategória. Fásszárú növények. Típusok: I. Fák. II. Cserjék. III. Kiscserjék (a cserjéktől a kisebb testméret és rövidebb élettartam különbözteti meg).

B kategória. Félfásszárú növények. Típusok: IV. Félcserjék (A cserjéktől az különbözteti meg, hogy a törzsük csak az alsó többéves részen fás, amelyből évente új lágyszárú hajtások nőnek) és félkiscserjék (köztes helyet foglalnak el a fásszárú és lágyszárú növények között, alacsony szárral és félfás hajtásokkal rendelkeznek).

C kategória. Szárazföldi növények. Típusok: V. Polikarp füvek (egész életük során virítanak, és többször hoznak termést).VI. Monokarp füvek (egy vagy kétnyári növények, amelyek egész életük során virítanak, és egyszer hoznak termést, ami után elpusztulnak).

D kategória. Vízi növények. Típusok: VII. Amfibikus (kételtű) füvek (olyan növények, amelyek képesek a vízben és a szárazföldön is megélni). VIII. Úszó és vízalatti növények (úsznak a vízfelszínen vagy a vízben).

Feladat: A tanár, a különböző olvasmányok és az internetes források segítségével hozzatok fel példákat olyan növényekre, amelyek a különböző életformákhoz tartoznak!

Tehát, a különböző organizmus-csoportok a törzsfjlődésük folyamán különböző ökológiai niche-eket sajátítottak ki az eltérő élőhelyeken, ennek következtében sokféle életformájuk alakult ki. Egy adott életforma különböző rendszertani csoportokhoz tartozó képviselőinek csak bizonyos szervei változnak meg – főként azok, amelyek közvetlen kapcsolatban állnak a környezettel (például a fókák és a cetek mellső végtagjai, amelyek biztosítják a vízben való mozgást, uszonyokká alakultak át) – míg a szervezet általános felépítése nem változik. Az organizmusok életformáinak elemzése lehetőséget nyújt az adaptív változások megállapítására, amelyek kapcsolatban állnak az élőhely sajátosságaival.

Kulcsszavak és fogalmak

az organizmusok életformái.

Ellenőrizték a megszerzett tudást!



1. Mivel jellemezhető a talaj mint élőhely?
2. Minek köszönhetően találunk a szárazföldi állatok kedvezőtlen körülmények között menedéket a talajban?
3. Mi a talaj élő anyaga?
4. Miért alapja a konvergencia folyamata a bizonyos életformák létrejöttének?

Gondolkodjatok el rajta!



Miért tartják az életformákat az ökológiai osztályozás alapegységeinek?

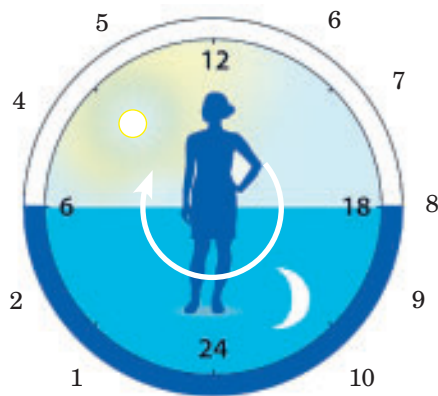
17. §. A KÜLÖNBÖZŐ SZERVEZŐDÉSI SZINTŰ BIOLÓGIAI RENDSZEREK ADAPTÍV RITMUSAI

Emlékezzetek, mik azok a neurohormonok, mi a diapauza!? Hogyan működik hipotalamusz-hipofizeális rendszer? Mi a biológiai jelentősége?

Az adaptív biológiai ritmusok mint általános biológiai jelenségek. Már tudjátok, hogy a Föld keringése a Nap és a saját tengelye körül a napszakok, a hőmérséklet, a levegő páratartalmának változását váltja ki. Az élőlények ahhoz, hogy normálisan létezhesenek kénytelenek alkalmazkodni az ökológiai tényezők komplexének periodikus változásaihoz. Ez váltja ki az **adaptív biológiai ritmusok** kialakulását.

Az organizmusok természetes ritmusait feloszthatjuk *belső* (ezek kapcsolatban állnak a saját életfolyamatok intenzitás-változásaival) és *külső* (a létfeltételek vál-

17. 1. ábra. Az ember „biológiai órája”: 1 – mélyalvás; 2 – alacsony testhőmérséklet; 3 – kortizol kiválasztás (a mellékvesék kéregállományának hormonja, ami szabályozza szénhidrát anyagcserét és részt vesz a stresszreakciókban); 4 – a vérnyomás növekedése; 5 – megnövekedett aktivitás; 6 – a tevékenység jobb koordinációja; 7 – a gyors reakciók ideje; 8 – a test legmagasabb hőmérséklete; 9 – a legmagasabb vérnyomás; 10 – melatonin szekréció (a tobozmirigy hormonja; a szervezet számára információt nyújt a napszakok változásáról; a megnövekedett koncentrációja felkészíti a szervezetet nyugalmi állapothoz)



tozása váltja ki) ritmusokra. A szervezet olyan fontos életfolyamatai, mint a növekedés, a fejlődés, a szaporodás az adaptív biológiai ritmusoknak köszönhetően a legkedvezőbb időszakokra esnek.

A **belső vagy endogén biológiai ritmusok** gyakran kapcsolatban állnak a **biológiai óra jelenségével** – az organizmusok képessége: reagálni az idő múlására (17. 1. ábra).

A „biológiai óra” a sejtekben lezajló fizikai kémiai folyamatok pontos periodicitásán alapszik. Az organizmusok azon képessége, hogy képesek „mérni” az idő múlását lehetőséget nyújt számukra alkalmazkodni az ökológiai tényezők hatásának intenzitásváltozásaihoz a nap folyamán, illetve a természet összetettebb geofizikai ciklusaihoz igazodni.

Jó tudni



A „biológiai órát” lehet korrigálni, mesterségesen megváltoztatva a napszakok hosszát úgy, hogy rövidebb legyen 24 óránál. Ugyanakkor a biológiai óra tökéletesen működhet hosszabb ideig külső tényezők hatása nélkül is.

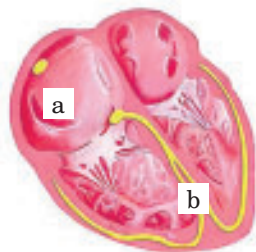
A soksejtű állatok belső adaptív biológiai ritmusai kapcsolatban állnak specializált sejtekkel – **pacemaker**-ekkel (ang.: *pacemaker* – ritmus szabályzó). Ezek a sejtek képesek ritmikus jelzéseket generálni és fenntartani, amelyek eljutnak más sejtekhez és kiváltják azok biológiai ritmusát (17. 2. ábra). A legegyszerűbb pacemaker-mechanizmusok kimutathatóak a hidrában is, amelyik fajnál a test periodikus összehúzódását a fényviszonyok intenzitása szabályozza.

Jegyezzétek meg!

A belső vagy endogén biológiai ritmusok kapcsolatban állnak a saját életfolyamatok intenzitás-változásával.

Külső vagy exogén biológiai ritmusok kapcsolatban állnak a külső környezet különböző tényezőinek periodikus intenzitás-változásaival: fényviszonyok, hőmérséklet, páratartalom, dagályok stb. Ennek megfelelően megkülönböztetünk: napi, évszakos, éves, ár-ápany ritmusokat az organizmusokban és azok csoportosulásaiban.

Napi ritmusok. A Föld tengelye körüli mozgásának köszönhetően naponta kétszer változik a földfelszín megvilágítása, ami kiváltja a hőmérséklet, a páratartalom és más abiotikus tényezők ingadozását (ez alól kivételek apoláris és szubpoláris régiók). Például, a napfény határozza meg a fotoszintézis folyamatának periodicitását, a növények vízpárologtatását, a virágok kinyílását és összezáródását stb. A napszakok változása hatást gyakorol az állatok szervezetének különböző életfunkcióira: mozgásaktivitás, az anyagcsere folyamatok intenzitása stb. Az embernél közel 300 életfunkció napszakos függése ismeretes (17. 1. ábra).



17. 2. ábra. Példa olyan struktúrára, amely pacemaker funkciót lát el: a szív ritmikus összehúzódását a szinuszcsomó (a) biztosítja; ez a csomó – fő ritmusszabályzó – kisszámú szívizom rostból áll; ebben a csomagban keletkeznek az ingerületek, amelyek hatására az egész szív összehúzódik; az ingerületet az ingervezető rendszer (b) továbbítja

Napi ritmusokkal találkozhatunk az organizmuscsoportok szintjén is. Erre példa a zooplankton vándorlása: éjszaka milliányi és milliárdnyi apró állat igyekszik a vízfelszínhez, nappal pedig a mélybe ereszkednek. A zooplanktonnal együtt vándorolnak a velük táplálkozó állatok is, illetve nagytestű ragadozók, amelyek planktonéví fajokkal táplálkoznak.

A külső környezet egyik vezető tényezője, amely hatást gyakorol a biológiai ritmusokra, a **fotoperiódus** (gör.: *phos* – fény és *periodos* – körpálya), vagyis a napfényes időszakok hossza. Ez a legstabilabb ökológiai faktor. **Az organizmusoknak a fotoperiódus hosszára adott reakcióját fotoperiodizmusnak nevezzük.** Ez szoros kapcsolatban áll a biológiai órával, létrehozva a szervezet életfunkcióinak időben tökéletes szabályozását.

A fotoperiodizmus jelensége jellemző minden organizmuscsoportra, de leginkább észrevehető azoknál a fajoknál, amelyek hirtelen bekövetkező évszakos változások közepette élnek. A trópusi élőlényekben ezek a reakciók kevésbé fejeződnek ki, ugyanakkor kiválthatják azokat a száraz időszakok és a periodikus trópusi esők változásai.

A növényeknél a napszakok változásait levelek érzékelik. Bennük képződnek a biológiailag aktív anyagok (fitohormonok), amelyek hatást gyakorolnak a különböző életfolyamatokra (a virágzás, a lombhullás, a termés, a gumó, a hagyma növekedése).

A soksejtű állatoknál a fotoperiodikus reakciókat az idegrendszer és az endokrin rendszer szabályozza.

Kritikus fotoperiódus – a fotoperiódus azon hossza, amely meghatározza az organizmusok új fejlődési szakaszba való jutását. Így, az almamoly diapauzája a 32-ik szélességi fokon akkor következik be, amikor a fotoperiódus hossza 14 óra, a 44-ik szélességi fokon pedig 16 óra.

A napszakok hossza hatást gyakorol az ökoszisztémák működésére is, meghatározva egyes fajok mások általi törvényszerű szezonális leváltását. (Például, a sztyeppék és a sivatagok tulipánjai tavasszal virítanak és érlelnek magvakat, ezután föld feletti részeik elhálnak, hagymáik a talajban inaktív állapotban maradnak a következő tavaszig; 17. 3. ábra).

Sok vonuló madárfaj nyáron a mérsékelt égövi biocönózis tagjai, télen a trópusi és a szubtrópusi égövön élnek. A növényeknél és a poikilotherm állatok többségénél az életfunkciók télen jelentősen lecsökkennek, ami kiváltja az inaktív állapotra való átállást.

A fotoperiodizmus, mint az organizmusok örökletes reakcióhalmaza csak a napszakok és más ökológiai tényezők bizonyos együttes hatására jelennek meg. Így a rovarok bából (amelyben átteleltek) való kikelését a napszakok hossza és a megfelelő hőmérséklet határozza meg.

Az organizmusok fotoperiodikus vizsgálata fontos gyakorlati jelentőséggel bír. Például, növelve a fotoperiódus hosszát, meglehet növelni a növé-



17. 3. ábra. A tulipán éves ciklusa (*Feladat: Írjátok le a növény fejlődésének szakaszait, és határozatok meg az évszakot!*)



17. 4. ábra. Az integetőrák testének színváltozása a sötétől (1) a világosig (2)

nyek produktivitását, stimulálni lehet az állatok szaporodását és növekedését stb. A madárfarmokon a baromfik éves tojáshozamát növelni lehet, megnövelve a fotoperiódus hosszát, és fenntartva azt egy állandó szinten.

Hasonlóak a napi típusokhoz a **cirkadián ritmusok** (lat.: *circa* – körül, „körül-belül” és *die* – nap). Ezek azzal állnak kapcsolatban, hogy a szervezet egyes biológiai folyamatainak intenzitása 20–28 óránként periodikusan változik. A cirkadián ritmusok a napi ritmusokból erednek, és időtartamuk növekedése vagy csökkenése kapcsolatban áll az életfeltételek változásaival. Ha bizonyos ökológiai tényezők állandó intenzitása kedvező, akkor a cirkadián ritmusok időtartalma megrövidülhet, amennyiben kedvezőtlen, éppen ellenkezőleg – hosszabbodhat.

A cirkadián ritmusok változását gyakran kíséri az élettani folyamatok lefolyásának károsodása, ameddig az endogén biológiai ritmusok nem szinkronizálódnak az exogénekkal. Az ehhez való alkalmazkodás különböző ideig tarthat – néhány naptól néhány hónapig. Például, az Atlanti óceán partvidékén élő integetőrák naponta változtatja testszínét: nappal az állat teste sötétebbé válik, éjszaka – világosabbá (17. 4. ábra). Kiderült, hogy az integetőrák szokott élőhelyéről eltávolított és akváriumba helyezett egyedek, testszínváltozása továbbra is szinkronban változott a természetes élőhelyen maradt egyedekével. Ezt a jelenséget megfigyelték olyan akváriumban is, amelyet teljesen izoláltak a fénytől. Amikor az akváriumot a rákokkal más időzónában vitték át, a színváltozás periodicitása fokozatosan (néhány hét leforgása alatt) megváltozott a helyi ár-apály ritmusnak megfelelően.

A Hold bizonyos fázisaival állnak kapcsolatban az ár-apály ritmusok. Az ár-apály (litorális) zónában élő szervezetekben jelennek meg ezek a leglátványosabban. Naponta az ár-apály fázisok közel 50 percet tolódnak. Eközben havonta kétszer, új- és teliholdkor (körül-belül 14 naponta, amikor a Föld, a Nap és a Hold egy vonalban állnak) a dagályok maximálissá válnak (a kanadai Fundy öbölnél elérheti a 18,5 métert).

A litorális zóna lakói apály idején mészhéjukba, házaikba bújnak el, beássák magukat a talajba, megváltoztatják színezetüket (lásd 17. 4. ábra, 17. 5, 1. ábra). Helyükben a visszahúzódó víz helyén, megjelennek a szárazföldi élettér állatfajai (atkák, rovarok, madarak), amelyek itt elegendő mennyiségű táplálékhoz jutnak (moszatok, állatmaradványok). Dagály idején a litorális zóna lakói újra aktívvá válnak.

Az ár-apály periódussal áll kapcsolatban egyes fajok szaporodása. Így a kalászhal nőténye (17. 5, 3. ábra) a nagy dagályok idején eljut a partig, és lerakja ikráit a homokba, majd az ívás után visszatér a tengerbe. A halivadékok a következő nagy dagály ideje alatt kelnek ki az ikrából.




17. 5. ábra. Ár-apály ritmus: a tengerimakkok háza apály idején bezáródik (1), dagály idején pedig kinyílnak (2), kinyújtják pillásszórú kacslábaikat, velük áramoltatva a vizet, kiszűrik belőle a táplálékot; 3 – a Dél-Kalifornia partjainál élő kalászhal, melynek ívása szorosan kapcsolódik a Hold bizonyos fázisaihoz

Az évszakos adaptív biológiai ritmusok kapcsolatban állnak a természet szezonálisan változó jelenségeivel. Jól kifejeződnek az egyenlítő mentén és a magasabban húzódnó szélességi körökön (közel az északi és a déli pólushoz). Az évszakos ritmusok kapcsolatban állnak a Föld Nap körüli forgásával, ami kiváltja a klimatikus feltételek szezonális változását. Egyes évszakokkal kapcsolatban áll az organizmusok szaporodása, fejlődése, téli nyugalmi állapota, vedlése, vándorlása; a lombhullató növényeknél a levélzet éves változása. (*Hozzatok fel példákat!*)

Már tudjátok, hogy a gerinces állatoknál szoros kapcsolat van hipotalamusz és hipofízis között – ez a hipotalamo-hipofízeális rendszer. A hipotalamuszban tömörülnek az autonóm időzítő mechanizmusok, illetve a neuroszekréciós sejtek csoportjai. Ezek működése a fotoperiódus időtartamától függően változik. Azokat az élettani folyamatokat, amelyek kapcsolatban állnak az évszakok változásával, a hipofízis (az agyalapi mirigy) hormonjai szabályozzák. Ezeknek a hormonoknak a termelését hipotalamusz neurohormonjai szabályozzák.

A gerinces állatok évszakos állapotára jelentősen hatást gyakorolnak a gonadotrop hormonok, amelyek stimulálják az ivarmirigyek működését. Ahogy tudjátok már, ezeket a hormonokat (luteinizáló hormont, másnéven: lutropint, folikula stimuláló hormont, másnéven: folitropint, prolaktint) a hipofízis elülső része termeli a hipotalamusz neurohormonjai hatására. A neuronok hatást gyakorolnak a prolactin kiválasztására is, ami szabályozza a szaporodás folyamatát, illetve a madaraknál a vándorlást is.

 Az élmények a kedvezőtlen évszakokat túlélheti anabiózis vagy kriptobiózis állapotában (17. 6. ábra). Az **anabiózis** – a szervezet olyan állapota, melyben az életfolyamatok észrevétlenné válnak az anyagcsere folyamatok gátlása következtében. Ezt is érheti jelentős vízvesztés (akár 75 %-nyi). Mikor kedvezővé

17. 6. ábra. Ez a mikroszkopikus gerinctelen furcsa kinézetű állatka a Medveállatkák törzsébe tartozik (az Ízeltlábúak közeli rokonai, de nem rendelkeznek ízelt lábakkal); száraz állapotban (anabiózis) képes 8 órán keresztül elviselni a folyékony hélium (-271 °C) fürdőt, rövid ideig túlélni +150 °C fokos hevítést, a 6000 atmoszférás hidrosztatikus nyomást, az 570000 Gray dózisú röntgensugárzást



válnak a feltételek, az anabiózis állapota megszűnik, az életfolyamatok megújulnak. Az anabiózissal ellentétben, a kriptobiózis ideje alatt az életfolyamatok jelentősen lelassulnak, de nem gátlódnak. Kriptobiózisra például szolgálhat a különböző gerinces állatfajok téli álma, vagy sok rovarfaj diapauzája.

Jó tudni 

A biológia tudományának speciális területe a **kronobiológia** (gör.: *khronos* – idő), amely az organizmusok biológiai ritmusait vizsgálja.

Kulcsszavak és fogalmak

adaptív biológiai ritmusok, „biológiai óra”, pacemakerek, fotoperiódus, fotoperiodizmus, anabiózis, kriptobiózis.

Ellenőrizték a megszerzett tudást!



1. Mi az adaptív biológiai ritmus? 2. Mely biológiai ritmusokat nevezzük belsőnek vagy endogéneknek? 3. Mi a „biológiai óra” lényege? Milyen adaptív jelentősége van? 4. Mi váltja ki a napi ritmust? 5. Mi a cirkadián ritmus? Miben különbözik a napi ritmustól? 6. Mi a fotoperiodizmus? Mi az adaptív jelentősége? 7. Mi váltja ki az ár-apály ritmust? Hogyan alkalmazkodtak hozzá az organizmusok? 8. Mi váltja ki az évszaki ritmusokat és az évszakok váltakozását? Milyen adaptációkkal találkozhatunk a különböző organizmusoknál, amelyek az évszaki változásokhoz segítenek nekik alkalmazkodni?

Gondolkodjatok el rajta!



Miért van, hogy a trópusok lakói az évszakok változásaira másként reagálnak, mint a mérsékelt övi élőlények?

1. SZÁMÚ GYAKORLATI MUNKA

A KÜLÖNBÖZŐ ORGANIZMUSOK A KÖRNYEZETHEZ VALÓ ADAPTÁLTSÁGÁT MUTATÓ BÉLYEGEK VIZSGÁLATA

Cél: meghatározni az állat- és a növényvilág képviselőinek példáján a környezethez való adaptáltság jellemzőit.

Eszközök és anyagok: kaktuszok és édesvízi tüdőscsigák (vagy a tanár belátása szerint az állat- és a növényvilág más képviselőinek) élő példányai vagy róluk készült fénykép, csipeszek, Petri-csészék, nagyítók, tankönyvek.

A munka menete

1. Alaposan figyeljétek meg a javasolt állat- és növényfaj sajátosságait!
2. Határozók segítségével határozzátok meg a vizsgált fajok rendszertani helyzetét!
3. Határozzátok meg a fajok élőhelyét és ökológiai sajátosságait!
4. Határozzátok meg a vizsgált fajok adaptáltságát a környezeti feltételekhez!
5. Az eredményeket a következő minta-táblázatba íjátok!

Vizsgált fajok	Élőhelyük főbb tényezői	Adaptációk

6. Vonjátok le a következtetéseket, és íjátok be azokat a fűzetbe!



6. TÉMA

AZ EGÉSZSÉGES ÉLETMÓD BIOLÓGIAI ALAPJAI

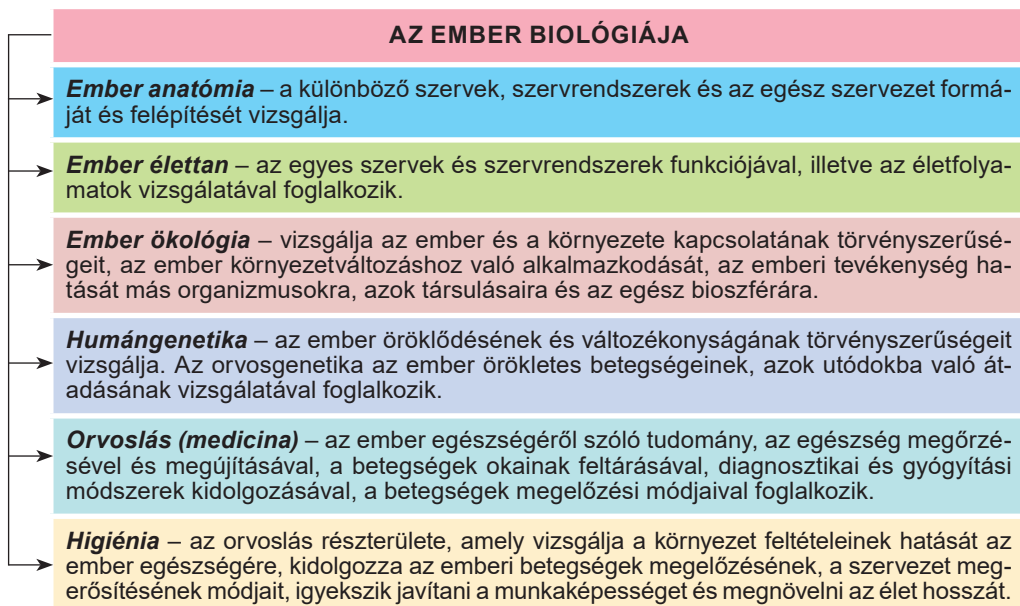
Ebben a témakörben megismerkedtek:

- az egészséges életmód alapelveivel és komponenseivel;
- a biztonsággal és a szexuális kultúrával;
- a dohányzás, az alkohol- és drogfogyasztás emberi szervezetre gyakorolt negatív hatásával;
- a külső környezet és a stressz szervezetre gyakorolt hatásával;
- az ember különböző betegségeinek megelőzésével.

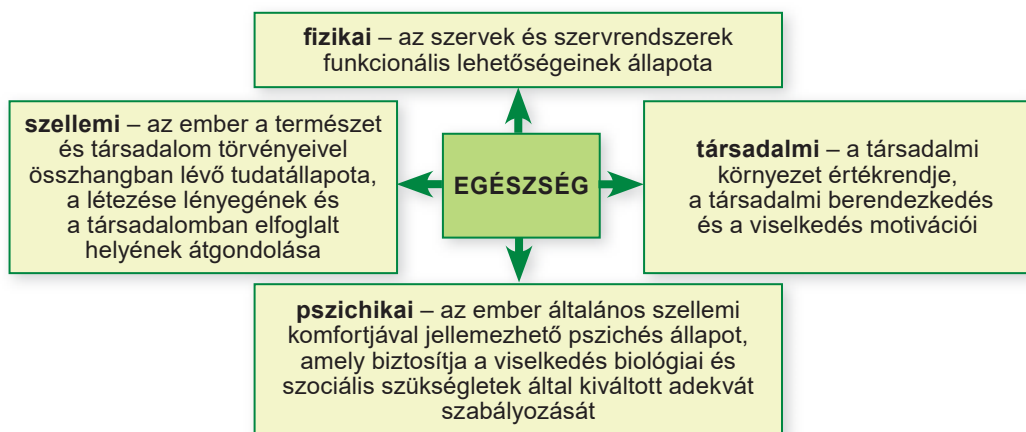
18. §. AZ EGÉSZSÉGES ÉLETMÓD ALAPELVEI ÉS KOMPONENSEI

Emlékezzetek az emberi szervezettel foglalkozó biológiai tudományokra! Milyen adaptív biológiai ritmusok tartoznak a cirkadián ritmusokhoz? Az ember autonóm idegrendszerének milyen részei és funkciói vannak?

Az ember egészségét vizsgáló tudományok. Az embert, mint bioszociális lényt a biológia egy külön tudományterülete, az **ember biológiája** vizsgálja, ami több tudományterületet is magába foglal (18. 1. ábra).



18. 1. ábra. Az ember egészségével foglalkozó tudományok



18. 2. ábra. Az egészség komponensei (*Feladat:* elemezzétek, hogy az egészség komponenseinek milyen szerepe van a saját életetekben!)

Az egészség fő jelei. Az egészség – a természettől kapott legnagyobb érték. Az Egészségügyi Világszervezet (World Health Organization (WHO)) szerint az **egészség – az ember teljes fizikai, szellem és szociális jólétének állapota, nemcsak a betegség vagy a fizikai defektusok hiánya** (18. 2. ábra). Az egészség fő jelei:

- a szervezet normális működése sejt, szövet és szerv szinten. Az egyedi túlélést és reprodukciót segítő biokémiai és élettani folyamatok normális lefolyása;
- a szervezet működése és a külső környezet közötti dinamikus egyensúly (homeosztázis). Az egyensúly kritériuma az, hogy a szervezet struktúrái és azok működése megfeleljenek a külső környezet feltételeinek;
- a szociális funkciók teljes értékű elvégzésének képessége, részvétel a szociális tevékenységben és a társadalom számára hasznos munkában;
- az ember képessége a külső környezet változó feltételeihez való alkalmazkodáshoz;
- a betegségek (patológia), a kóros (patológiás) állapotok és változások hiánya;
- a teljes fizikai, szellemi és társadalmi jólét, a szervezet fizikai és szellemi erejének harmonikus fejlődése, a szervezet integritásának, önszabályozásának és szervei harmonikus kölcsönhatásának elve.

Jegyezzétek meg!

A **patológia** (gör.: *pathos* – szenvedés, betegség és *logos* – tudomány) – a szervezet normális állapotának vagy (biokémiai, fiziológiai) életfolyamatainak kóros eltérése, ami felborítja a homeosztázist.

Az egészséges életmód alapelvei. Az **egészséges életmód** – az ember viselkedésének standardja, mely arra irányul, hogy az egészségét megőrizze, megerősítse és az életet meghosszabbítsa. Az egészséges életmód alapelveit két kategóriára oszthatjuk – biológiai és szociális (18. 3. ábra).

Az „egészségügyi alapismeretek” tantárgyból már tudjátok, hogy az egészséges életmód kapcsolatban áll a rossz szokásokról való lemondással, az idő értelmes beosztásával, az aktív pihenés kötelező módjainak és módszereinek felhasználásával. Az egészséges életmód csökkenti vagy megszünteti a rizikófaktorok

AZ EGÉSZSÉGES ÉLETMÓD ALAPELVEI

Biológiai

- az életkori sajátosságok figyelembevétele;
- az életfolyamatok optimális energetikai biztosítása;
- a szervezet megerősítése;
- az ember természetes napi ritmusának figyelembevétele;
- a káros szenvedélyek mellőzése

Szociális

- az élet szépsége;
- a tudatos személyiségjegyek kialakítása;
- morális életvitel;
- mértékletesség

18. 3. ábra. Az egészséges életmód főbb alapelvei

hatását, a betegeskedést, és ennek eredményeképpen csökkenti a gyógyításra fordítandó kiadásokat. Segít abban, hogy az ember élete minőségibbé és hosszabbá váljon, biztosítja a családon belüli jó kapcsolatokat, az életörömet, a jókedvet és optimizmust, kiváltja a szervezet nagyfokú teherbírását, a fáradékonyság csökkenését, a nagyfokú munkabírást, és ez alapján a jó pénzügyi helyzetet.

Az egészséges életmód komponensei:

- optimális mennyiségű, rendszeres mozgás (18. 4, 1. ábra);
- az immunrendszer és a test edzése (18. 4, 2, 3. ábra);
- kiegyensúlyozott táplálkozás;
- optimális hangulat, pozitív gondolkodásmód, az érzelmek megfelelő kezelése, az élethez való optimális hozzáállás;
- szexuális kultúra;
- racionális életvitel;
- a káros szenvedélyek kerülése (dohányzás, alkohol- és drogfogyasztás);
- a higiéniai szabályok betartása.

Feladat. Alkossatok csoportokat, készítsetek az egészséges életmódról rövid üzeneteket! Szervezetek szerepjátékokat minden csoport tagjaival. (Legyenek orvosok, pszichológusok, egészséges életmódot folytató egyének, és olyanok is, akik nem törődnek az egészséges életmóddal!)



18. 4. 1. ábra. A futás – a szervezet fizikai edzésének legtermészetesebb módja, amely egész napra feltölt energiával. Edzsmódok – a napozás és a fizikai terhelés kombinációja (2) és a vízterápia (3)

Kulcsszavak és fogalmak

egészség, egészséges életmód, edzés.

Ellenőrizték a megszerzett tudást!



1. Mi az egészség? 2. Soroljátok fel az ember egészségének komponenseit! Jellemezzétek azokat! 3. Mi az egészséges életmód? Milyen elveken alapszik?

Gondolkodjatok el rajta!



Miért nem lehet elérni a fizikai egészséget, ha az ember pszichés, szellemi, társadalmi értelemben nem egészséges?

19. §. A BIZTONSÁG ÉS A SZEXUÁLIS KULTÚRA. A SZEXUÁLIS ÚTON TERJEDŐ BETEGSÉGEK MEGELŐZÉSE

Emlékezzetek a HIV-fertőzés átadási módjaira!

A biztonság és a szexuális kultúra. Az ember mint szociális lény élete a közvetlen környezetével való kapcsolatrendszerén alapszik (rokonokkal, barátokkal, osztálytársakkal, tanárokkal). A legbonyolultabbak a nemek közötti kapcsolatok (a férfi és a nő között).

Jegyezzétek meg!

A szexuális kultúra – a férfi és a nő közötti kulturált harmonikus kapcsolat, beleértve a szexuális kapcsolatot is. Az ember külső bélyegeinek és belső tulajdonságainak harmonikus összességét, amely által vonzóvá válik a másik nem számára – **nemiségnek** nevezzük.

A nemiség minden emberre jellemző. A szexuális aktivitásban fejeződik ki. A harmonikus kapcsolatok érdekében fontos tudni, hogyan kell beszélni az ellenkező nem tagjaival, hogy minden helyzetben megérthessék egymást.

A serdülőkorban, a pubertás ideje alatt megjelenik az ún. szexuális vágy. Ez valaki számára okot ad a szexuális élet megkezdésére. Ugyanakkor az ivarérés folyamatának nemcsak anatómiai és élettani aspektusai vannak, de pszichológiai és társadalmi aspektusai is. A korai nemi életnek negatív következményei lehetnek: nem kívánt terhesség, terméketlenség, nemi úton terjedő betegségek, mint a HIV fertőzés, a hepatitis C stb.

A serdülőkori terhesség komoly szociális probléma. Ezért a szexuális ajánlatok visszautasítása ebben a korban érettségre és erős jellemre utal, nem pedig gyengeségre és döntésképtelenségre. A korai szexuális élet fájdalmas és kiábrándító lehet. Vannak, akik az első szexuális tapasztalatokat pszichoaktív¹ anyagok hatására szerzik, fel sem fogva teljesen, mi történik.

A harmonikus szexuális kapcsolatok kölcsönös tiszteleten és a partner iránti megfelelő hozzáálláson alapszik. A szexuális kultúra hiányára utal a partner iránti tiszteletlenség, a „biztonságos szex” – fogamzásgátló eszközök – használatának elhagyása.

Jegyezzétek meg!

A megfelelő születésszabályozás kérdése szociális, gazdasági, biológiai és orvosi jelentőséggel bír. (*Magyarázzátok meg ezt!*)

¹ Alkohol, drogok, stb.

A nem kívánt terhesség elkerülése érdekében **fogamzásgátlókat**, más néven **kontraceptív eszközöket** (lat.: *contraceptio* – korlátozás), ezek közül legelterjedtebbek:

- óvszer – A biztonságos együttlét legelérhetőbb eszköze, Gyakorlatilag nem hat az ember egészségére és megvéd a nemi úton terjedő betegségektől;
- fogamzásgátló tabletták – olyan preparátumok, amelyek megakadályozzák a petesejtek beérését és megtermékenyülését;
- méhen belüli spirál – kicsi műanyag eszköz, amelyet az orvos helyez fel a méhbe; ez megakadályozza a petesejt méhbe való beágyazódását;
- spermicid hüvely kenőcsök, paszták, tabletták és golyócskák; a spermiumok mozgását gátló anyagok hüvelybe juttatása.

A fogamzásgátlók sokkal biztonságosabbak, mint az abortusz, mivel a terhesség mesterséges megszakítása a nő egészségének visszafordíthatatlan károsodását okozhatja. Az első abortusz 100 esetből 15-nél terméketlenséget okoz. Ugyanakkor érdemes megjegyezni, hogy egyetlen fogamzásgátló sem garantálja 100 %-osan a terhesség elkerülését, egyesek alkalmazása pedig a méh vagy a hüvely gyulladását és erózióját, a lipid-anyagcsere felborulását okozhatja.

A nemi úton terjedő betegségek megelőzése. A WHO szerint a nem biztonságos szex az egyik az 5 globális tényezőből, amelyek leginkább hatást gyakorolnak az ember egészségére, és amennyiben ezeket a tényezőket meg lehetne szüntetni, azzal az emberek élettartamát globális értelemben közel 5 évvel lehetne meghosszabbítani.

A könnyelműség, a mértéktelenség, a felelőtlenség, a viselkedés következményeinek meg nem fontolása gyakran nemi fertőzésekhez vezet. Jelenleg több, mint 40 nemi úton terjedő betegség ismert. Ezek közé tartozik a kankó vagy tripper, a szifilisz, a klamidiázis, a trichomoniazis, a nemi herpesz, a hepatitisz B és C, a HPV stb.

Feladat: A tanár segítségével, felhasználva a szakirodalmat és az internetet, keressetek információkat a felsorolt betegségekről és azok kórokozóiról! Határozzátok meg, hogy mely kórokozók tartoznak a baktériumokhoz, a vírusokhoz, az egysejtű eukariotákhoz!

Mindegyik említett betegségnek megvan a saját tünetegyüttese és gyógyítási módja. Ugyanakkor egyes emberek felelőtlenül állnak hozzá a saját egészségükhöz, nem az orvoshoz fordulnak, hanem kétes személyekhez. A ki nem gyógyított nemi betegségnek komoly következménye lehet:

- mind a férfi, mind a női ivarszervek gyulladással járó folyamatai, amelyek károsíthatják a szexuális funkciókat (például impotenciát okoznak);
- a terméketlenség, a férfiak 20–40 %-át, a nők 55–85 %-át érinti;
- a terhesség alatt előforduló szövődmények, a vetélés, a halvaszülés, a beteg gyermekek születése;
- az ivarszervek krónikus (állandó) fájdalma.

A nemi betegségben szenvedő mindkét félnek kezeltenie kell magát, hogy elkerülje a visszafertőzést.

A nemi úton terjedő betegségek megelőzése érdekében fontos:

- elkerülni a nemi kontaktust olyan személyekkel, akik nem biztosak benne, hogy nem HIV-fertőzöttek vagy más nemi betegségekkel fertőzöttek. El kell kerülni, hogy más egyének biológiai folyadékai (főként a vér, a sperma, a hüvelyváladék) a bőrre vagy a nyálkahártyára kerüljön;
- maximálisra csökkenteni a szexuális partnerek számát;
- az óvszer használatát;

- figyelembe véve, hogy egyes nemi úton terjedő betegségek nem csak nemi úton, de más hétköznapi úton is terjedhetnek, érdemes betartani a személyes higiénia szabályait – nem használni idegenek fehérneműjét, törölközőjét, szivacsát, fogkefét, borotváját, szépítő szereit stb.;

- nem szabad használni a más emberek által már használt fecskendőt gyógyszer bevitelére.

Jó tudni

1988-ban a WHO december elsejét az AIDS világnapjává nyilvánította (19. 1. ábra). Ezen a napon világszerte az AIDS-ről, mint az emberiség létezését fenyegető betegségről beszélnek. Az AIDS elleni küzdelem egyesítette a kormányok és a társadalmi szervezetek százait, felelősségteljes emberek millióit. Már vannak bizonyos sikerek az ember AIDS-el való együttélésében, növekszik a HIV fertőzöttekkel szembeni tolerancia.



19. 1. ábra. Az AIDS elleni nemzetközi harc szimbóluma

Fontos emlékezni rá, hogy sok nemi úton terjedő betegség korai tünetei jelentéktelenek lehetnek, az emberek többsége nem is törődik velük, amíg nem jelennek meg a komoly tünetek, amelyek beható kezelést igényelnek. Ezért a fertőzés legkisebb tüneteikor azonnal orvoshoz kell fordulni.

A nemi úton terjedő betegségek egyik oka a mértéktelen alkohol és drogfogyasztás, mivel az ember ittas, bódult állapotban könnyebben lép szexuális kapcsolatra.

Kulcsszavak és fogalmak

szexuális kultúra, fogamzásgátlás.

Ellenőrizték a megszerzett tudást!



1. Mit értünk szexuális kultúra alatt? Milyen jelentősége van a szexuális kultúrának az egészséges életmód biztosításában? 2. Milyen fogamzásgátló eszközöket ismertek? 3. Miért fontos a születésszabályozás? 4. Hogyan előzhető meg a nemi úton terjedő betegségek?

Gondolkodjatok el rajta!



Milyen negatív következményei lehetnek a serdülőkori terhességnek?

20. §. AZ ALKOHOL, A DOHÁNYZÁS ÉS A DROGOK EGÉSZSÉGRE GYAKOROLT NEGATÍV HATÁSA

Emlékezzetek, mely anyagok tartoznak a drogokhoz!? Mik a hormonok, a neurohormonok, az ingerületátvivő anyagok (neurotranszmitterek)?

A szokások hatása az ember egészségére. Az ember természeténél fogva igyekszik realizálni a fizikai és a szellemi lehetőségeit, ez pedig a mindennapi viselkedésétől és szokásaitól függ. Egyes káros szokások korai öregedéshez és különböző megbetegedésekhez vezetnek. Már tudjátok *Az egészségvédelem alapjai* és a biológia órák anyagából, hogy a káros szenvedélyekhez soroljuk a dohányzást, az alkohol- és a drogfogyasztást, vagyis ezek fogyasztása és a függőség kialakulásának következményei azonosak.

A narkomániára jellemző a drogok iránti túlzott sóvárgás, az egyre növekvő dózisok alkalmazása, pszichés és fizikai függőség.

A drogfüggőség kialakulásának biológiai mechanizmusa a szervezetben zajló természetes (biokémiai, bioelektromos, élettani) folyamatokon keresztül értelmezhető. A drogfogyasztás következtében a szervezet biokémiai folyamatokhoz csatolja a drogokat.

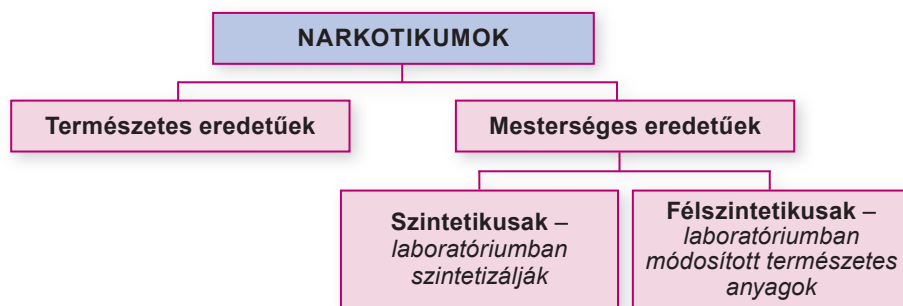
Az egészséges emberi szervezet saját „narkotikumokat” termel, amelyek szabályozzák az ember hangulatát, a külső környezet érzékelését, stimulálják a munkaképességet. A drogok rendszeres fogyasztásakor a szervezet, hogy elkerülje a stimuláló anyagok túladagolását, csökkenti vagy akár le is állítja a saját „narkotikumai”-nak termelését. A szervezet sok olyan funkcióját, amelyeket a drogfogyasztás előtt a saját vegyületek (hormonok, neurohormonok, neurotranszmitterek) biztosítottak, fokozatosan átveszik a drogok. Vagyis, a drogos annak érdekében, hogy fenntartsa normális állapotát, kénytelen állandóan alkalmazni a narkotikumokat. Így jön létre a fizikai függőség.

Jó tudni



Az ember szervezetében szintetizálódik egy biológiailag aktív anyag – a **szero-tonin**, ennek előanyaga a triptofán nevű aminosav. Ezt a vegyületet „boldogsághormon”-nak nevezik. Koncentrációja eufória állapotában megnő, míg a depresszió állapotában lecsökken. A triptofánban gazdag élelmiszerek (csokoládé, sajt, füge, paradicsom stb.) segítik a szero-tonin-szintézist, és javítják a hangulatot. A szero-tonin egy neurotranszmitter, részt vesz a mozgás aktiválásában, a vérárvadásban, az emésztésben. A szero-tonin szintjének csökkenése növeli a fájdalomérzetet a szervezetben.

A drogok lehetnek természetesek (növényekből, gombákból vonják ki) és mesterségesek (20. 1. ábra).



20. 1. ábra. A narkotikumok osztályozása eredetük szerint

A drogfüggőség típusai. Az ópium származékok, vagy **opiátok** fájdalomcsillapító és a félelmet csökkentő hatásúak. Az ilyen fájdalomcsillapító drogokatt (például a morfint) mákból, vagy mesterséges úton állítják elő. Mivel az opiátok kémiaiilag hasonlóak bizonyos emberi hormonokra, a szervezet könnyen befogadja azokat. A farmakológiai hatásuk lényege, hogy gátolják a fájdalom érzékeléséért felelő receptorokat.

A drogfogyasztással való leállás, de még a dózis csökkentésének hatására is, a megfelelő idegi központokba olyan jelek jutnak, melyek azt jelzik, hogy nem maradtak fájdalomcsillapító vegyületek. Az ilyen jelzések gyakorlatilag a test



20. 2. ábra. 1987-ben az ENSZ június 26-át kábító-szer ellenes világnappá nyilvánította

mennyiségben. Ezért narkológus segítsége nélkül nagyon nehéz megszüntetni a drogfüggőséget (20. 2. ábra).

A drogfogyasztás első időszakában az ember számára úgy tűnik, hogy képes kontrollálni ezt a káros szenvedélyét. Ugyanakkor az élettani és a pszichés függőség gyakran legyőzi az akaratot. Sérül a személyiség: az ilyen személyt nem érdekli a rokonainak és barátainak hogyléte, a saját egészsége, a tanulás vagy a munka.

A kokain fogyasztás már régen ismert. A dél-amerikai indiánok kokacserjét rágtak (20. 3. ábra) a fáradtság ellen, a harci kedv növelésére. A XIX. század közepén vonták ki először a kokacserjéből a mérgező alkaloidát – a kokaint, amely erős pszichostimuláns. Ehhez gyorsan hozzá lehet szokni.

Amfetaminok – mesterséges drogok – szintén pszichostimulánsok. Az amfetamin szívre gyakorolt hatása hasonló a kokain által kiváltott hatásra.

A hallucinogén vagy **pszichedelikus** csoporthoz tartozik több növényi eredetű anyag: a vadvender (cannabis), a peyotl, a szerecsendió, a badargomba, a hajnalka magjai stb.; illetve a mesterségesen előállított növényi anyagok kémiai analógjai: meskalin, psilocibin, LSD. A hallucinogének hallucinációt, kényszerképzeteket és olyan érzeteket váltanak ki, amelyek gyakran nincsenek kapcsolatban a valósággal. Ez összezavarja a pszichét, pszichózist válthat ki, sérül a tudat, a fel-fogóképesség, a gondolkodás. Hallucinogének hatása alatt az ember állapota analóg a skizofrén rohammal.

Gyógyszerfüggőség – az emberek öngyógyításhoz való hajlama, ami a nyugtató hatású készítmények – **tranquilizátorok** (lat.: *tranquillo* – nyugtat) – tömeges szedéséhez vezetett. A XX. század hatvanas éveiben már ismert volt, hogy ezekhez a szerekhez hozzá lehet szokni, és függővé lehet válni tőlük. Ezek túladagolása kómához vezet. Ez eszméletlen állapot, mely során a külső ingerekre való válasz gyenge vagy hiányzik, gyengülnek a reflexek, vagy akár teljesen hiányozhatnak, a légzés mélysége és gyakorisága felborul, stb.



Toxikománia – narkotikus hatású illékony anyagok belégzése. A toxicum utáni vágy amint megjelenik, azonnal irányíthatatlan jellegűvé válik, gyorsan kifejlődik a pszichés függőség. A mámoros állapot már néhány belégzés után megjelenik. Azoknál, akik oldószereket „szipuznak” már egy-két hónap után sérülnek a belső szervek, az

20. 3. ábra. Kokacserje – Dél-Amerikából származik. Fontos szerepet játszik az indián kultúrában; ennek a növénynek a levelei kokaint tartalmaznak.

idegrendszer; egy-két év után komoly betegségek jelennek meg. A toxikománia a narkomániától csak jogi értelemben különbözik. A toxikomán emberek által használt anyagok nem minősülnek drogoknak, ezért a toxikomániára nem terjednek ki azok a büntetőjogi szabályok, amelyek a drogosokra.

Az alkohol negatív hatása. Naponta a normális mikroflóra és egyes tápanyagok erjedése következtében a felnőtt emberi szervezetben csekély mennyiségű etanol (nem több, mint a vér térfogatának 0,01 %-a) keletkezik. Az etilalkohol (főként metabolitjai) még kis dózisokban is erősen mérgező a szervezetünk sejtjei számára, de az alkoholt lebontó enzimrendszer lebontja az alkoholt, így gyorsan megszabadul tőle.

Az alkoholfogyasztás következtében az etanol mennyisége a szervezetben jelentősen megnövekszik, különböző hatásokat váltva ki. Ha az etilalkohol koncentrációja a szervezetben meghaladja 0,03 %-ot, az elkezd aktív hatást gyakorolni a központi idegrendszer sejtjeire, stimulálja a különböző neurotranszmitterek (főként a szerotonin) termelését. Az agy bizonyos, főként az félelemérzetért felelős részei és a stresszközpont gátlása miatt, eufória-érzete lép fel. Mivel ez a stimuláció nem természetes az idegsejtek számára, a folyamatos alkoholfogyasztás kimeríti azokat, és a hatás érdekében egyre nagyobb etanol dózisa van szükség. Vagyis létrejön az alkoholfüggőség, amely ugyanazon az elven alapszik, mint a drogok esetében.

Az etilalkohol koncentrációjának növekedése a vérben növeli a toxikus hatást. A vér 0,2 %-os koncentrációjakor jelentősen megromlik a mozgáskoordináció (sérül a kisagy működése); 0,4 %-os koncentrációnál beáll a kómaszerű állapot. 0,6–0,7 %-os véralkoholszintnél leáll a légzés, ami halált okoz. A legnagyobb károsodást az agy szenved el. A tiszta alkohol minden grammja 200 sejtet pusztít el, butítva az embert és rontva a memóriáját.

Az alkohol 5–7 órán keresztül marad a vérben. Eközben a szívnek kedvezőtlen körülmények között kell dolgoznia. A pulzusszám 100-ra növekszik, a szervezetben felborul az anyagcsere és a szív táplálása. A szerv elveszíti elasztikusságát és átalakul. Kialakul az érlemeszesedés és a magas vérnyomás.

A májban az alkohol hatására romlanak az anyagcsere folyamatai, károsodnak a funkciói. Bebizonyították az alkohol káros hatását a vesékre is. Az alkohol a baktériumokat is elpusztítja, amelyek segítik az emésztést és a tápanyagok felszívódását. A tartós alkoholfogyasztás gyakran nehézfolyású és gyakran kiújuló fekélyeket okoz.

A rendszeres alkoholfogyasztás károsítja a szervezet hormonháztartását. A nemi hormonok kiválasztásának csökkenése az alkoholfüggő embereknél az ellenkező nemre jellemző másodlagos nemi bélyegek megjelenését okozzák: nőiessé válás a férfiaknál, férfiassá válás a nőknél. (Gondolkozzatok el rajta, hogyan változhat az ilyen emberek külső megjelenése!)

A rendszeres alkoholfogyasztás következtében a nők hormonháztartása sérül (a férfi nemi hormon, a tesztoszteron vérben való felhalmozódása), ami hat a külső megjelenésre is, megerősödik az izomtónus (hirtelen, ügyetlen mozdulatok), csökken és átalakul a bőr alatti zsírréteg, változik a hang magassága és csengése, mélyebbé és dörmögőbbé válik.

A dohányzás káros hatásai. A nikotinon kívül a dohányfüst közel 1000 különösen mérgező, szilárd és gázállapotú anyagot tartalmaz. Olyanokat, mint a benzopirén (erős karcinogén), a nitrogén, a szén oxidjai, akrolein, alkoholok, aldehidek és ketonok, szénhidrogének, fenolok, szinilsav, radioaktív polónium, arzén és a nehézfémek sói stb.

A nikotin az egyik legerősebb növényi eredetű mérge (szintén az alkaloidákhoz tartozik), amelyek az idegrendszerre hatnak. A cigarettafüst nikotintartalma 0,4–3 mg, az ember számára a halálos dózis – 70 mg. A nikotinfüggőség hamarabb kifejlődik, mint az alkohol esetében.

A dohányosoknál a nem dohányosokkal ellentétben 2–3-szor gyakrabban fejlődik ki infarktus és infarktus előtti állapot, angina pectoris és más szívbetegségek. A rendszeres dohányzástól a koszorúerek szűkülnek, csökken a szívizomba jutó oxigén mennyisége, ami a szívizom krónikus fáradtságához vezet. A dohányzás következménye a koszorúér-betegség, ami kapcsolatban áll a szívizom nem megfelelő vérellátásával. Ennek korai jele a stenocardia (angina pectoris).

A dohányfüst káros vegyületei ingerlik a száj, az orr, a garat, a légcső és a hörgők nyálkahártyáját, lerakódnak a felső légutakban és a tüdőben. Ez okozza a légutak krónikus megbetegedéseit, és váltja ki az onkológiai megbetegedéseket, főként a tüdőrákot (ez a legelterjedtebb rák a dohányosok körében). Ingerelve a nyálmirigyeket, a nikotin fokozott nyáleválasztást idéz elő. A lenyelt nikotinos nyál gyomorgyulladás okoz.

A dohányzás károsan hat az ivarmirigyekre is. A férfiaknál a nikotin elnyomja a gerincvelő keresztcsonti részében lévő ivari központokat. Az ivari központok elnyomása és a dohányzás által folyamatosan fenntartott neurózisok impotenciát okoznak. A dohányzás nemcsak a dohányos szervezetére hat, de a következő generációra is.

Feladat. Hozzatok létre a kortársaitoknak szóló dohányzás elleni reklámot!

Kulcsszavak és fogalmak

szokás, narkománia, tranquizátorok, hallucinogének, toxikománia.

Ellenőrizték a megszerzett tudást!



1. Milyen rossz szokások képesek tönkretenni az ember egészségét? 2. Mi a narkománia? Milyen narkománia-típusokat ismersz? 3. Miért veszélyes a tranquizátorok szedése orvosi felügyelet nélkül? 4. Mi a hallucináció? Milyen anyagok képesek kiváltani azokat? 5. Miért veszélyes a toxikománia? 6. Mi a közös és az eltérő a narkománia és az alkoholizmus között? 7. Miért veszélyes a dohányzás?

Gondolkodjatok el rajta!



1. A személyes problémák gyakran drogfogyasztásra, alkoholfogyasztásra, dohányzásra készítik az embert. Mivel lehetne ezt hatásosan elkerülni úgy, hogy az ember megőrizze fizikai és pszichés egészségét? 2. Miért egyformán veszélyes a drogok szívása és a vénás bevitel?

Kreatív feladat.



Egyesüljete csoportokba! Felhők segítségével készítsétek rövid interaktív bemutatókat a drogok káros hatásáról! Mutassátok be ezeket az osztályban!

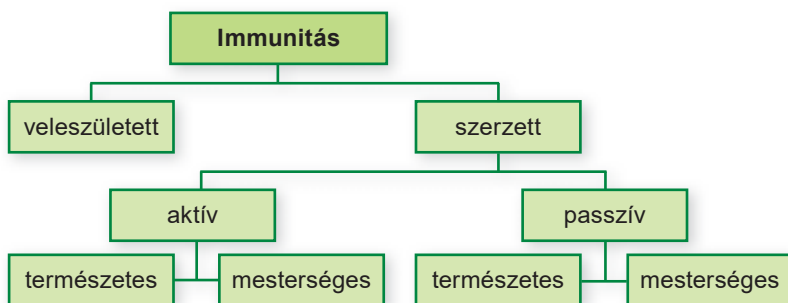
21. §. AZ EMBER IMMUNRENDSZERE, MŰKÖDÉSÉNEK SAJÁTÓSSÁGAI

Emlékezzetek az ember immunrendszerének részéire! Az immunitás milyen fajtáit ismeritek? Mi az antigén és mi az antitest? Mi a koevolúció? Milyen típusai vannak a leukocitáknak? Mi az allergén? Milyen fehérjéket nevezünk globulárisnak? Mi az apoptózis és a nekrozis? Milyen kötések a diszulfid-hidak?

Az immunitás típusai. Az immunrendszer az evolúció során alakult ki a szervezet védelme érdekében a különböző kórokozók és invazív megbetegedések, daganatok ellen, és fontos szerepet játszik a homeosztázis fenntartásában.

Immunitás (lat.: *immunitas* – mentesség, sérthetetlenség) – a szervezet képessége arra, hogy védekezzen a kórokozók és az invazív betegségek ellen, illetve az olyan anyagok ellen, amelyek antigén sajátosságokkal bírnak.

Az immunitásnak a két típusa van: nem specifikus, ez bármely fertőző ágens (antigén) ellen működik; és specifikus, bizonyos fertőző ágens ellen hat. Eredete szerint az immunitást feloszthatjuk veleszületettre és szerzettre (21. 1. ábra).

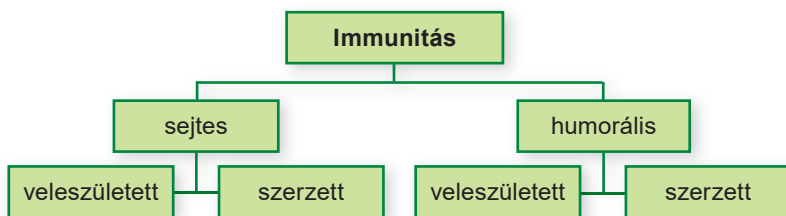


21. 1. ábra.
Az immunitás osztályozása az eredet szerint

A **veleszületett immunitás** genetikailag öröklődik a szülőktől, és nem a szervezet kórokozóval való találkozása váltja ki. Ez a patogén és a gazdaszervezet közötti koevolúció eredménye. *(Feladat: Jellemezzétek a populációban kialakuló szerzett immunitás kialakulásának mechanizmusát!)* A szerzett immunitásra példa az ember szervezetének azon tulajdonsága, hogy nem képes megfertőződni egyes állati betegségekkel, például a kutyapestissel.

A **szerzett immunitás**, a veleszületettel ellentétben, az egyes ember élete során, és csak a megbetegedésekből való felgyógyulás után alakulnak ki (*aktív természetes*), vagy oltás után (*aktív mesterséges*). A szerzett passzív immunitás vagy a kész antitestek vérszérummal való szervezetbe juttatása után alakul ki (*mesterséges*), vagy az anya szervezet adja át a gyermeknek a méhlepényen keresztül (*természetes*).

A védelem megvalósulása alapján az immunitást feloszthatjuk sejtesre és humorálisra (21. 2. ábra). A **sejtes immunitást** a különböző leukociták végzik, amelyek képesek a fagocitózisra és fertőzött sejtek elpusztítására. A **humorális**



21. 2. ábra.
Az immunitás osztályozása a védelem megvalósulásának mechanizmusa szerint

immunitás a vérplazmában, a szövetnedvekben, a különböző váladékokban oldott fehérjék biztosítják. Mind a sejt, mint pedig a humorális immunitás lehet specifikus vagy nem specifikus bizonyos kórokozókkal szemben.

A *veleszületett sejt immunitást* biztosítja a leukociták fagocitózisra való képessége (neutrofilek, eozinofilek, bazofilek, makrofágok). Eközben a kórokozó (antigén) természete nem számít. A leukociták elkapják és megemésztik azokat. Az NK-sejtek (ang.: natural killer – természetes gyilkosok) elpusztítják a daganatos és a vírusokkal fertőzött sejteket.

A *veleszületett humorális immunitás* kapcsolatban áll a különböző fehérjék kórokozókval való kölcsönhatásával, képesek elpusztítani azokat vagy a fertőzött sejteket. A nem specifikus humorális immunitáshoz tartozik:

- *a lizozim* – az az enzim, ami megtalálható a nyálban, a könnyben, az anyatejben; képes elpusztítani a baktériumok sejtfalát;

- *a komplement rendszer* – a vérplazma közel 20 globuláris fehérjéje, amelyek képesek komplexbe egyesülve elpusztítani a kórokozó sejteket, stimulálni a fagocitózist, részt venni a gyulladási folyamatok kifejlődésében;

- *interferonok* – olyan fehérjék, amelyeket sejtek választanak ki az antitestek általi fertőzés következtében (főként vírusokkal való fertőzéskor), és biztosítják a fertőző ágensek számára a kedvezőtlen feltételeket, illetve jellemző rájuk a daganatok és a baktériumok elleni hatás;

- *antimikrobiális peptidek*, amelyek a szervezet váladékaiba választódnak ki.

A *szerzett sejt immunitás* alapja a T-limfociták fertőzött sejteket felismerő és elpusztító képessége. Van néhány T-limfocita sejt típus, amelyek különböző funkciót látnak el: T-killer (ölősejt), T-helper (segédsejt), T-supressor (az immunválaszt szabályozó sejt).

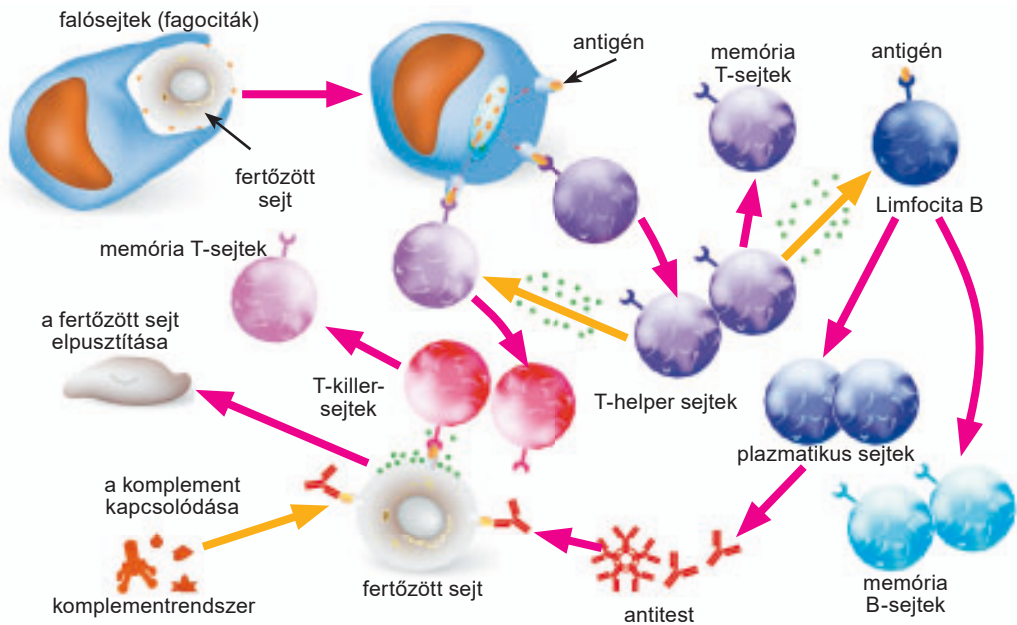


A *szerzett humorális immunitás* kapcsolatban áll a módosított B-limfocitáktól származó sejtek által termelt antitest képződéssel. *Emlékezzetek*: az **antitest (immunoglobulin)** – olyan fehérje, amely képes felismerni és kapcsolódni a megfelelő antigénhez, miközben antigén-antitest komplexet alkot.

Az immunválasz kialakulása a szervezetbe bejutó antigénnel (kórokozóval) szemben összetett, soklépcsős folyamat (21. 3. ábra). A szervezetbe jutva az antigénnek először a fagocitózisra képes leukocitákkal (a fagocitákkal) „találkoznak”. Ezek elpusztítják az antigének többségét, de az antigének egy része megmarad, és stimulálja az immunválasz további fejlődését. Az immunválasz fejlődésének előfeltétele az antigén bármely másodlagos limfoidszervbe (lép, nyirokcsomók, feregyülvány, mandulák) való bejutása. Ezekben az antigén találkozik a rá specifikus limfocitákkal.

A T-limfociták találkozáva az antigénnel „felismerik” azt, aktiválódnak és osztódni kezdenek. Az újonnan képződő sejtek egy része átalakul T-killer sejtekké, amelyek képesek elpusztítani a megfelelő kórokozókat vagy az általuk megfertőzött sejteket. Mások az immun-memória T-sejteivé alakulnak. A killer-sejt megközelíti a cél sejtet, kapcsolatba lép annak membránjával. Ebben a szakaszban ismerszik fel a fertőzött sejt (vagy daganatsejt), és a nem fertőzött sejt. A killer-sejtek a sejtközi állományba specifikus fehérjéket választanak ki, amelyek kiváltják a sejt programozott sejthalálát – az apoptózist. A killer-sejtek által kiválasztott fehérjék nem hatnak a saját sejtmembránjukra.

A B-limfociták az antigénnel való találkozás után szintén elkezdnek aktívan osztódni és átalakulni plazmatikus sejtekké, illetve immun-memória B-sejtekké.



21. 3. ábra. Az immunválasz kialakulásának mechanizmusa
(Feladat: Elemezzétek a sémát, és jellemezzétek az immunválasz kialakulásának mechanizmusait!)

A plazmatikus sejtek antitesteket hoznak létre az adott antigénre. Az antigén kapcsolódik az antitesthez, aminek következtében az elveszíti fertőző tulajdonságát. Hasonlóképpen semlegesítődnek a szervezetbe jutó mérgező anyagok (kígyóméreg, baktérium toxinok, féreg toxinok). Az antigén-antitest komplex létrejötte aktiválja a komplement rendszert. Az antigént tartalmazó célsejtek felszínén létrejön a célsejtet elpusztító fehérjekomplex.

A vérben cirkuláló immun-memória és antitest sejtek az antigén újbóli bejutása következtében lényegesen gyorsabban váltják ki a **másodlagos** (sejtes és humorális) **immunválaszt**. A másodlagos humorális immunválasz kifejlődése néhány tíz perctől néhány órán belül történik meg, és **azonnali immunválasz**-nak nevezzük. A sejtes másodlagos immunválasz, azaz a **késleltetett immunválasz** egy-két nap alatt fejlődik ki.

Az allergiás válaszreakció kialakulásának mechanizmusa. A szerzett immunitás néha túlzott vagy nem adekvát lehet. Az ilyen esetekben **allergiás reakció** fejlődik ki – ez a szervezet túlzott érzékenysége valamely (főként fehérje természetű) allergén anyagra. Az allergénekhez tartozik: pollen, állatszőr, egyes élelmiszerek, gyógyszerek stb. Az allergia az allergén újbóli bejutása során fejlődik ki. Az allergia szisztematikus megjelenési formája az anafilaxiás sokk.

Jegyezzétek meg!

Az **anafilaxiás** (gör.: *an(a)*- – ellen- és *phylaxis* – védelem) **sokk** – azonnali, általános allergiás válasz, amelyet különböző allergének válthatnak ki. Az allergén bejutása után néhány perccel kialakul. Az anafilaxiás sokk az ember halálát okozhatja.

Az allergiás reakció specifikus antitestek képződésének következtében jön létre. Ezek kapcsolódnak azoknak a sejteknek a membránjához (bazofilkéhez, masztocitákéhoz), amelyek citoplazmájában granulák vannak mediátorokkal. Az allergén bejutása után az antitestek aktiválják a sejteket, amelyekhez kapcsolódnak. Ennek következtében ezek a sejtek kijuttatják a granuláik tartalmát – a hisztamin és más mediátorokat. A hisztamin hatására a szövetek és szervek növelik az ereik átteresztőképességét, a bőr elvörösödik, hólyagocskák, viszketés, simaizom-görcsök jelentkeznek. Az allergiás betegségek gyógyítására antihisztamin készítményeket alkalmaznak, amelyek gátolják az allergiás reakciók tüneteinek kifejlődését.

Kulcsszavak és fogalmak

veleszületett és szerzett immunitás, természetes és mesterséges immunitás, sejtes és humorális immunitás, antigén, antitest, allergiás válasz, anafilaxiás sokk.

Ellenőrizték a megszerzett tudást!



1. Mi az immunitás? Milyen típusait ismeritek? 2. Miben különbözik a veleszületett immunitás az szerzettől? 3. Hogyan működik a sejtes és a humorális immunitás? 4. Mi az antigén és az antitest? Hogyan hatnak egymásra? 5. Mi az allergiás reakció? Mi az oka?

Gondolkodjatok el rajta!



Miért veszélyes az anafilaxiás sokk?

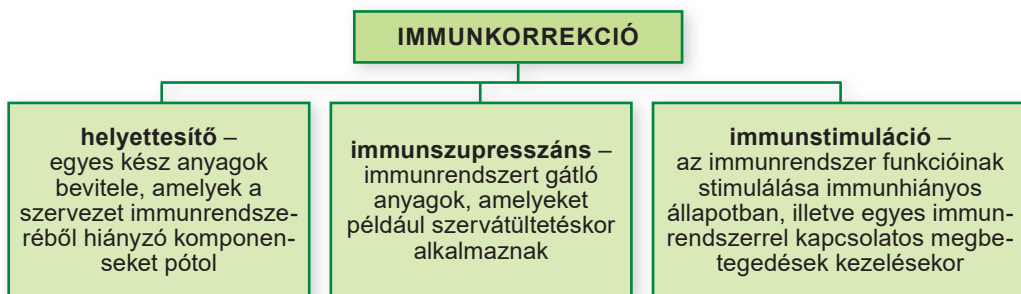
22. §. AZ IMMUNKORREKCIÓ ÉS AZ IMMUNTERÁPIA

Emlékezzetek mi az immunitás, milyen típusai és mechanizmusai vannak!? Mit tanulmányoz az immunológia? Mi az immunhiány? Mik azok a vektorok a génebesztetben? Mik azok a plazmidok?

Az immunkorrekción – az immunológia részterülete, amely az immunrendszeri betegségek megelőzésének és gyógyításának módjait és módszereit vizsgálja. Megkülönböztetünk helyettesítő, immunszuppresszáns és immunstimuláló immunkorrekción (22. 1. ábra).

Az immunkorrekción eljárások lehetnek specializáltak, vagyis közvetlenül az immunrendszerre hathatnak, vagy nem specializálódtak. A nem specializáltakhoz tartozik a normalizált életmód, a káros szokásoktól való tartózkodás, az érzelmi állapot stabilizálása. Az eljárások ezen csoportjához tartoznak az edzésterápiák, amelyek erősítik a szervezet nem specifikus ellenálló képességét a különböző negatív hatásokhoz, beleértve a stresszt is.

Az alkalmazott eljárásokról függően az immunkorrekción lehet: orvosi; fizioterápiás; klimatikus; fizikai (a fizikai terhelés növeli az interferonok termelését). Az



22. 1. ábra. Az immunkorrekción főbb típusai

orvosi immunkorrekció a legeredményesebb. Ez gyógyszerek segítségével – **immunmodulátorok**-kal – történik. Ezek különböző eredetűek lehetnek – növényi, bakteriális, állati, szintetikus. Ezekon kívül sok immunkorrekciós készítményt állítanak elő különböző biotechnológiai módszerekkel.

Helyettesítő immunkorrekciót alkalmaznak a súlyos immunhiányos állapotokban, az egész szervezetet érintő fertőzésekkor, illetve az immunrendszer patológias folyamatai esetén. A helyettesítő immunkorrekciós készítményeket az ember véréből és sejtjeiből vonják ki, illetve a génszűrés segítségével hozzák létre.

A helyettesítő immunkorrekcióhoz tartozik a csontvelő, a csecsemőmirigy átültetése vagy az előzőleg aktivált immunsejtek páciensbe való bejuttatása. A jövő helyettesítő immunkorrekciója a génterápia, amely a humorális immunitást kódoló gének szervezetbe való juttatásán alapszik vírus és plazmid vektorok segítségével.

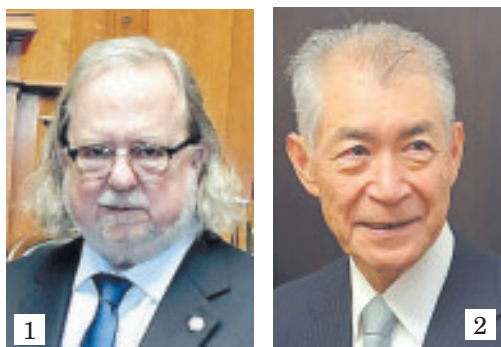
Immunterápia – az immunrendszer munkájának szabályozására irányuló gyógyítási eljárások, főként az immunrendszer struktúráinak és funkcióinak változásait normalizálják.

Immunszuppresszáns terápia immunhiányos állapotot hoz létre, vagyis lényegesen növeli a fertőzések és a daganatok rizikóját. Az ilyen terápiát a beültetett szövetek és szervek kilökődése ellen alkalmazzák, illetve autoimmun és allergiás megbetegedések esetén. Az ilyen esetekben az orvosok alaposan elemzik magának a betegségnek és az immunhiányos állapot veszélyeinek valószínűségét.

Az **immunstimulálás**-t olyan betegségek esetén használják, amelyek kifejlődésében szerepe van az immunrendszernek. Például, aktiválja az immunrendszert egyes fertőző betegségekkel szemben vakcinák segítségével, a passzív immunitást pedig vérszérumok és tisztított antitestek segítségével hozzák létre. Az immunstimuláns készítményeket növényekből (szibériai ginzeng, igazi édesgyökér, kúszómagnólia stb.) vagy baktériumokból (vakcinák, baktériumok sejtfa, probiotikumok), csecsemőmirigyből, lépéből, vérből, csontvelőből vagy szintetikus úton hozzák létre. Bizonyos immunstimuláló aktivitás jellemző a vitaminokra, az antioxidáns és prooxidáns készítményekre.

A rákos megbetegedések elleni forradalmi immunoterápiás módszert, mely során T-limfocitákat alkalmaznak, az amerikai immunológus **J. Allison** és a japán **T. Honjo** hozták létre. Ezért 2018-ban megkapták az élettani és orvosi Nobel-díjat (22. 2. ábra). A módszer lényege abban áll, hogy a páciens immunrendszerét mobilizálják a rák elleni küzdelemben.

Vaksináció. Már tudjátok, hogy a másodlagos immunválaszon alapszik a fertőző betegségek elleni megelőzés – az **oltás** vagy **vakcináció**. **Emlékezzetek: a vak-**



22. 2. ábra. A 2018-as élettani és orvosi Nobel-díj nyertesei:

1 – James Allison (1948–);

2 – Tasuku Honjo (1942–)

cina – olyan készítmény, amely kémiai vagy génebésszetileg előállított legyengített vagy elpusztított kórokozóból, anyagcsere végtermékéből vagy egyes antigénjeiből áll.

Vakcináció után a szervezetben olyan immunrendszeri változások zajlanak le, amelyek az igazi fertőzésekkor is, de a betegség tüneteinek megjelenése nélkül kialakul a specifikus immunitás az adott kórokozóra. A főbb vakcinacsoportokat a 22. 1. ábrán találjátok.

A tartós immunitás létrehozása és fenntartása érdekében a legtöbb vakcinát érdemes nem egyszer bejuttatni a szervezetbe, vagyis periodikusan újra kell oltani felnőtt korban is. Például, a tetanusz és diftéria oltásokat érdemes 1 éves korig háromszor megismételni, majd 18 hónapos, 6 éves, 16 éves korban, ezután tízévente. A kanyaró és rubeola oltásokat 6 éves korban meg kell ismételni.

22.1. táblázat

FŐBB VAKCINACSOPORTOK		
Vakcina típus	Jellemzők	Példák
Élő	legyengített kórokozókat tartalmaz	gyermekbénulás, kanyaró, mumpsz, rubeola, tuberkulózis elleni vakcina
Inaktivált	elpusztított teljes mikroorganizmusokat vagy a kórokozó sejt falának komponenseit, tisztított fehérjéit tartalmazza	veszettség, szamárköhögés, hepatitisz-A elleni vakcina
Anatoxinok	mikroorganizmusok inaktivált toxinjait tartalmazza	diftéria, tetanusz elleni védőoltás
Szintetikus	génebésszeti módszerek által létrehozott kórokozó fehérjéket tartalmaz	hepatitisz-B elleni vakcina

Jegyezzétek meg!

Revakcináció – a védőoltás megisméltése bizonyos idő elteltével.

Jelenleg a védőoltás a leghatásosabb és a legolcsóbb módja a fertőző betegségekkel szembeni védekezésnek. Például, a tömeges védőoltás következtében teljesen eltűnt a fekete himlő (utolsó regisztrált megbetegedés 1977-ben Szomáliában volt), szemmel láthatóan csökkent poliomyelitis, más néven nagy gyermekbénulás (gyermekek bénulását okozó vírusos betegség). Éppen a tömeges védőoltás hozta létre az ún. populációs immunitást.

Jegyezzétek meg!

A **populációs (kollektív) immunitás** – olyan hatás, amely zavarja a fertőzés terjedését a populációban, ha az egyének jelentős része rendelkezik saját, kórokozók elleni immunitással, ami közvetve megvédi az érzékeny egyedeket is (22. 3. ábra).



22. 3. ábra. A populációs immunitás kialakulásának sémája: zöld szín – immunis emberek; fekete szín – érzékeny emberek; piros szín – csupán oltással rendelkező emberek

A kórokozó jelen van a külső környezetben vagy átkerülhet más populációkból, akkor a populációs immunitás létrehozásához a lakosság nem kevesebb mint 70 %-át kell beoltani. Ellenkező esetben járványveszély áll fenn. Például, a védőoltásról való lemondás vezetett Nagy-Britanniában és Svédországban szamarcköhögés járványhoz a XX. század végén. Vallási okokból a gyermekbénulás elleni védőoltásról való lemondás miatt Nigériában, Afganisztánban és Pakisztánban megnőtt a betegségben szenvedők aránya. Az itteni lakosok Európában való vándorlása járványhelyzetet okozott. Ukrajnában 2015-ben két gyermekbénulásos eset történt (először Európában volt 2010-ben). Számbavevé a lakosság kismértékű oltottságát, ez a helyzet fenyegető lehet. Katasztrofális a helyzet a kanyaróval is. Az Egészségügyi Minisztérium adatai szerint Ukrajnában 2018 eleje óta 52 ezer embernél több, köztük 33 ezer gyermek betegedett meg.

Jó tudni 

Az utóbbi időkben egyre több onkológia megbetegedés ellen készítenek oltásokat. A rákos sejtek felszínükön olyan fehérjéket tartalmaznak, amelyek nem jellemzőek a normális sejtekre – ezek a daganatos antigének. A megtisztított daganatos antigéneket fel lehet használni oltóanyagokként, amelyek stimulálják az immunrendszert.

Kulcsszavak és fogalmak

immunkorrekció, immunterápia, vakcinák, revakcináció, populációs (kollektív) immunitás.

Ellenőrizték a megszerzett tudást!



1. Mi az immunkorrekció és az immunterápia? 2. Mi a vakcináció? 3. Milyen vakcinatípusokat ismertek? 4. Miért van szükség a tartós immunitás kialakításához revakcinációra? 5. Miért nem érdemes lemondani a védőoltásról? 6. Hova vezethet a populációs (kollektív) immunitás csökkenése?

Gondolkodjatok el rajta!

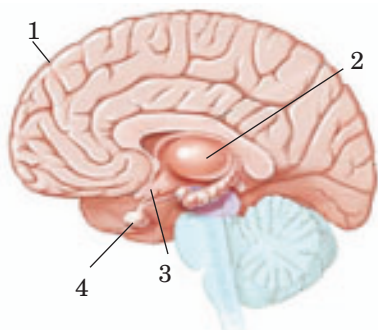


Hogyan védi meg még az oltatlan embereket is a tömeges vakcináció?

23. §. A KÜLSŐ KÖRNYEZET ÉS A STRESSZ-TÉNYEZŐK HATÁSA AZ EMBER EGÉSZSÉGÉRE

Emlékezzetek, mely betegségeket nevezünk fertőzőnek és invazívnak!? Mi a tolerancia? Milyen tényezők biztosítják a különböző organizmus-csoportok evolúcióját? Mivel jellemezhetőek az asszimilációs és disszimilációs folyamatok? Mi a stressz és a hipotalamusz-hipofizeális rendszer, a funkcionális rendszerek? Mi az adaptív potenciál és az adaptív norma? Mi az autonóm idegrendszer? Mi a funkciója?

A külső környezet hatása az ember egészségére, és az adaptációs-kompenzáló reakciók fejlődése. Az ember egészségére hatást gyakorol az életmód, az örökletes tényezők és a külső környezet. Az *abiotikus tényezőkhöz* tartoznak a klimatikus (a napsütés, a hőmérséklet, a levegő páratartama, a légnyomás), illetve a kémiai és a fizikai jelenségek. A különböző *biotikus tényezők* közül jelentős szerepet töltenek be a fertőző és invazív betegségek kórokozói. Az *antropogén tényezők* közé tartoznak mesterséges sugárforrások, a különböző kémiai anyagok, az aeroszolok, a szennyvíz, a rádióhullámok, az elektromos és elektromágneses mezők, a vibráció, a zajszennyezés stb.



23. 1. ábra. Az agy struktúrái, amelyek vezető szerepet töltenek be az ember adaptációs-kompenzáló reakcióinak kialakításában: 1 – az agyféltekék kéregállománya; 2 – a talamusz; 3 – a hipotalamusz; 4 – a hipofízis

Az emberi szervezet alkalmazkodik a külső környezet tényezőihez a szabályozó rendszerek – ideg- és endokrin rendszer – kölcsönhatása következtében. Ezeket nevezzük **adaptációs-kompenzáló reakcióknak**. A szabályozó mechanizmusoknak 3 fő stádiuma van. Az első a kezdeti,

azzal jellemezhető, hogy a környezet tényezőjének nem megszokott vagy tartós hatására élettani változások jönnek létre, amelyek többszörösen felülmúlják a szervezet szükségleteit. Ezek a reakciók koordinálatlanul zajlanak bizonyos szervek munkáját megerősítve, jelentős energiaráfordítással. Ezért a szervek funkcionális tartalékai hamar kimerülnek, míg az adaptív hatás alacsony szintű marad. Például, az olyan embernek, aki oxigénszegény környezetbe kerül, felgyorsul a légzése; sejtszinten felerősödnek a disszimilációs folyamatai, vagyis többlet energiára van szüksége a sejteinek és szerveinek. A kezdeti stádium kapcsolatban áll az ún. stresszreakcióval. Másként ezt még **általános adaptációs szindrómának** is nevezzük, aminek a lényege a szervezet tartalékainak mobilizációja.

A **második stádium** valamelyik vagy néhány tényező komplexének tartós hatása során alakul ki. Ennek következtében tartós adaptációk alakulnak ki. Az adaptív hatás elérhető a funkcionális rendszerek kialakulásával (például a légzőszervek, a vérkeringés, az idegrendszer ideiglenes együttműködése, a szövetek és a szervek hatásos oxigénellátásának biztosítása céljából).

Az ember szervezetének új adaptációs programjai az agyféltekék kéregállománya és a kéreg alatti struktúrák (főként a talamusz és a hipotalamusz; 23. 1. ábra) részvételével jönnek létre. Az ilyen programok nem tartósak: a feltételek változása esetén a jelentőségüket elvesztett, korábban kialakult programok eltűnnek, és újak jönnek létre. A második stádiumban kialakult reakciók érintik a különböző szerveződési szinteket a molekuláristól a szervezet szintig. Ebben a stádiumban – ami akár több évig is eltarthat – megerősödnek a szabályozó mechanizmusok, és stabilizálódnak az élettani folyamatok.

A harmadik a **tartós, hosszútávú adaptációk** stádiuma. Bizonyos tényezők hosszútávú vagy többszöri hatására mobilizálódnak a korábban létrejött funkcionális rendszerek. Az adaptációval kapcsolatban álló élettani folyamatok optimalizálódnak, kevesebb energiaforrást igényelnek, az asszimilációs folyamatok elkezdnek dominálni a megszokott folyamatok felett.

Ⓜ Átvesszük az adaptációs-kompenzáló reakciók kialakulását a szervezet átépülése példáján, mely során fontos szerepe van a neuro-humorális szabályozó mechanizmusok részvételének, és ami biztosítja a test állandó hőmérsékletét hideg időben. (*Feladat:* sémák formájában illusztráljátok a mechanizmust!) A bőr hőérzékelő receptorai érzékelik a hideget, és az érző idegpályákon idegi impulzust küldenek a hipotalamuszba (ott található a hőszabályzó központ), illetve a központi idegrendszer magasabban lévő részeibe. Onnan visszafelé a hőmérséklet fenntartásáért felelős szervekhez és rendszerekhez jutnak a jelzések. A mozgató

idegpályákon keresztül az idegi impulzusok eljutnak az izmokhoz, kialakul bennük a hőszabályzó tónus és a didergés.

A szimpatikus idegeken keresztül az idegi impulzus eléri a mellékvesék velőállományát, ahol nő az adrenalin-kiválasztás. Ez a hormon kiváltja a perifériás erek összehúzódását, és a glikogén felbomlását a májban és az izmokban. A hőszabályzásban fontos szerepe van az agyalapi mirigynek, ennek tróphormonjain keresztül a pajzsmirigynek és a mellékpajzsmirigy kéregállományának. A pajzsmirigy hormonja növeli az anyagcsere intenzitását, és aktiválja a mitokondriumok képződését. (*Emlékezzetek*, hogyan jönnek létre az új mitokondriumok!) A glükokortikoidok (a mellékvesék kéregállományának hormonjai) stimulálják a szénhidrátok fehérjékből való képződését. Ezek a reakciók elégségesek lehetnek a testhőmérséklet fenntartására.

A hosszantartó vagy intenzív hideg hatására a hőszabályzó mechanizmusok túlterhelődnek és kimerülnek, a testhőmérséklet lecsökken, és beáll a kihülés második stádiuma – a dekompenzáció, vagy maga a hipotermia. A hőegyensúly felborul, a hőleadás meghaladja a hőtermelést. Csökken a testhőmérséklet, az anyagcsere és az oxigén-felhasználás lelassul, gátlódnak a szervezet életfolyamatai. A légzés és a vérkeringés folyamatainak károsodása oxigénhiányhoz, a központi idegrendszer működési problémáihoz, az immunreakciók csökkenéséhez vezet. Eközben hipoxia lép fel a légzés és a vérkeringés elégtelen működésének eredményeképpen. Ez az állapot felerősödik a vér mikrocirkulációjának romlása miatt, mivel a véredények tónusa csökken, lassul a vérkeringés.

A hipotermia 2-es stádiumában a patológiás és az alkalmazkodási jelenségek szorosan összekapcsolódnak. Például, a központi idegrendszer funkcióinak gátlása védelmi reakció, mivel csökken az idegsejtek érzékenysége az oxigénhiányhoz és a testhőmérséklet további csökkenéséhez. Az anyagcsere intenzitásának csökkenése csökkenti a szervezet oxigén szükségletét. Különösen érdekes az a tény, hogy a hipotermia állapotában a szervezet kevésbé érzékeny a külső környezeti kedvezőtlen feltételeire – az oxigén- és a táplálékhiányra, az intoxikációra, a fertőzésekre, elektromos áram hatására, a túlterheltségre stb.

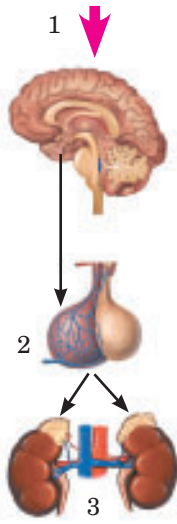
Feladat. Az edzés is kapcsolatban áll több külső fizikai tényező hatásával (például az alacsony hőmérséklettel), ugyanakkor az egészséges életmód egyik alkotója. *Gondolkodjatok* el rajta, vajon nincs-e itt ellentmondás!

A stressz hatása az emberi szervezetre. A váratlan és feszült helyzetek kialakulása felborítja a szervezet és a külső környezet közötti egyensúlyt. Fellép a szervezet nem specifikus szituációra adott reakciója – a *stressz*. A stresszreakció a különböző emberekben másképp jelenik meg: aktív stresszreakció – növekszik a tevékenység hatékonysága; passzív stresszreakció – a tevékenység hatékonysága hirtelen csökkent.



Az ember szokatlan körülményekhez való alkalmazkodásának fontos komponense a hipotalamusz-hipofízis rendszer aktivációja által biztosított reakció komplex (23. 2. ábra). A stresszhelyzetek gyakran kapcsolatban állnak az érzelmi túlterheltség erősödésével: a modern élet gyors tempója miatt, a nagy mennyiségű befogandó információ miatt, amelyeket a televízióból, az internetről, sok más forrásból kapunk, illetve a környezet állapotának romlása miatt.

A stressz biológiai jelentősége – a szervezet adaptív mechanizmusainak mobilizációja a károsító tényezők elleni védelem érdekében. Vagyis, a stressz egy védelmi mechanizmus. Ugyanakkor ti már tudjátok, hogy az emberi szervezet adaptív



23. 2. ábra. Az emberi szervezet stressztényezőkre adott reakció mechanizmusai: 1 – stresszállapotot kiváltó tényező; 2 – az agyalapi mirigy adrenokortitróp hormont választ ki, amely aktíválja a mellékvesék kéregállományát; 3 – mellékvese hormonok – kortikoszteroidok – kiválasztása a vérbe és más szövetekbe

képességei végesek, ezért a túlzottan erős negatív hatások képesek felborítani az egészséges állapotot, csökkenteni a védelmi reakciók hatásosságát, és kiváltani komoly megbetegedéseket, beleértve a pszichés betegségeket is.

A stressztényezők (fizikai, kémiai, biológiai, pszichés) a szervezetre hatva főként az agyalapi mirigyét aktiválják. Ez a mirigy hormont választ ki (adrenokortikotrop hormont), amely stimulálja a mellékvesék kéregállományának működését. Eközben megnő a mellékvesék kéregállománya által termelt – kortikoszteroidok – vérbe és más szövetekbe való bejutása. Ennek hatására stimulálódnak azok a mechanizmusok, amelyek elősegítik a szervezet jobb alkalmazkodását az új feltételekhez (23. 2. ábra).

Az ismert kanadai (magyar származású) tudós, **Selye János** (1907–1982) a stresszelmélet atyja, a stresszreakciók kialakulásának 3 stádiumát különítette el. Az első szakasz az „alarm” nevet viseli, ebben a szakaszban mobilizálódnak a szervezet adaptív reakciói. A mellékvesék hormonjai növelik a vérnyomást, a vér glükózsintjét (*ahogy már tudjátok ez egy energiatartalmú vegyület*), stimulálják a vörös csontvelő által termelt eritrociták képződését, stb. Ezután következik a *rezisztencia (ellenállás)* szakasza, mely során általában megnövekszik a kedvezőtlen körülményekkel szembeni ellenállóképesség. Az emberben ilyenkor felgyorsul a szellemi képességek aktivitása, az izomműködés, kialakul a kedvezőtlen körülmények elkerülésének kényszere. Ha a stressz faktorok hatása gyengül vagy megszűnik a szervezet állapota fokozatosan normalizálódik. Ha nem szűnik meg vagy megerősödik, a szervezet kimerül, a változások visszafordíthatatlanná válnak. Ezért ezt *kimerülés szakaszának* nevezzük.

Az emocionális stresszrel való ellenállásnak egyik előfeltétele az érzelmi stabilitás. Erre van szüksége főként azoknak az embereknek, akik periodikusan stressz helyzetekkel (pilóták, tengerészek, életmentők, katonák) kerülnek szembe. Ők később érzik meg a stresszhelyzetet, mint mások, és hamarabb teszik magukat túl rajtuk.

Jó tudni 

A legkevésbé alkalmasak adaptív reakció kialakítására a csekély intenzitású és hosszú ideig (évekig) tartó stressztényezők, amelyek képesek különböző patológiás állapotok előidézésére. Ezek fokozatosan kimerítik a szervezet adaptív tartalékait, felborítják az alkalmazkodás neurohumorális mechanizmusait.

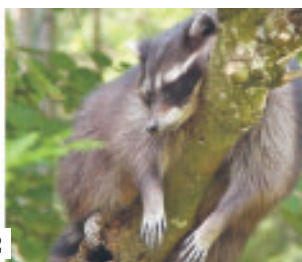
Hogyan csökkenthetjük a stressztényezők negatív hatását? Ha tapasztaljátok magatokon a stressz állapotot (a figyelem csökkenését, az emlékezőképesség romlását, az új anyag vagy a munkatevékenység elsajátításának problémáit, a megszűnni nem akaró fáradtságot, az álmodást, az oktalan fejfájást, az állandó elégedetlenséget), akkor több figyelmet fordítsatok magatokra! Tartsátok be a napirendet: az alvásnak teljes értékűnek kell lennie (ne legyen kevesebb 8 óránál naponta), a pihenés legyen aktív (sport, úszás, hosszabb ideig tartó séta friss



1



2



23. 3. ábra. Kirándulás a természetben, amikor nem hat rátok kedvezőtlen körülmény, az egyik legegyszerűbb relaxációs mód (1); lazítani képesek az állatok is (2)

levegőn), az étkezés legyen ésszerű és kiegyensúlyozott (*emlékezzetek*, mit jelent ez), lehetőség szerint kerüljétek a stresszes helyzeteket!

Ismerjétek meg a **relaxációs módszereket** (lat.: *relaxatio* – megkönnyebbülés, megpihenés), amelyek segítenek csökkenteni az izmok és a psziché feszültségét, megújítani és növelni a munkaképességet (23. 3. ábra). Alkalmazhattok speciális légzéstechnikákat, masszázst, vízterápiát stb. Ha szükség van rá forduljatok szakképzett pszichológushoz vagy pszichoterapeutához!

Kulcsszavak és fogalmak

aklimatizáció, dezadaptáció, a szervezet funkcionális tartalékai, stressz, relaxáció.

Ellenőrizték a megszerzett tudást!



1. Hogyan kell alkalmazkodjon a modern ember a biológiai és a szociális tényezőkhöz? 2. Mik az emberi alkalmazkodási folyamatok kialakulásának szakaszai? 3. Az ember agyának milyen struktúrái játszanak vezető szerepet az alkalmazkodás kialakulásában? 4. Mi a dezadaptáció? 5. Mi a szervezet funkcionális tartaléka? Mi ennek a szerepe az alkalmazkodás kialakításában? 6. Mi a stressz, és milyen szerepe van a kedvezőtlen körülményekhez való alkalmazkodásban?

Gondolkodjatok el rajta!



Milyen relaxációs módszereket alkalmazhat az ember a saját adaptációs képességeinek növelésére?

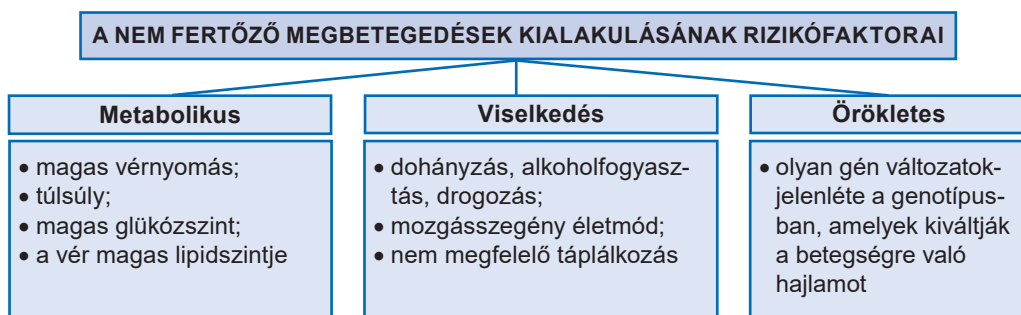
24. §. AZ EMBER NEM FERTŐZŐ, FERTŐZŐ, INVAZÍV MEGBETEGEDÉSEI

Emlékezzetek, mi az oka az invazív, a fertőző és a nem fertőző megbetegedéseknek!? Milyen úton terjednek a fertőző betegségek? Milyen betegségek tartoznak a transzmissziókhöz? Milyen transzmisszió betegségeknek vannak természetes terjesztő vektorai? Mi a karantén, és miért alkalmazzák? Mi az immunitás? Milyen típusait ismeritek? Milyen betegségeket nevezünk invazívnak?



A betegség megelőzése – olyan eljárás amely megakadályozza a betegség kialakulását.

A nem fertőző megbetegedések megelőzése. A **nem fertőző megbetegedések** – olyan kóros állapotok, amelyeket élettani, ökológiai, etológiai tényezők váltanak ki, és lehet genetikai oka (örökletes hajlam). A nem fertőző megbetegedések közül a legelterjedtebbek: a szív-érrendszeri (magas vérnyomás, isémiás szívbetegség, infarktus, agyi érkatasztrófa), az onkológiai elváltozások, a cukorbetegség, krónikus légzőszervi, emésztő- és kiválasztószervi megbetegedések stb. Ezekről a patológiás állapotoktól szenved a felnőtt lakosság 60%-a és a gyermek-



24. 1. ábra. A nem fertőző megbetegedések kialakulásának főbb okai

korúak 20%-a. Kapcsolat van a nem fertőző megbetegedések, az életmód és a rizikófaktorok között (24. 1. ábra).

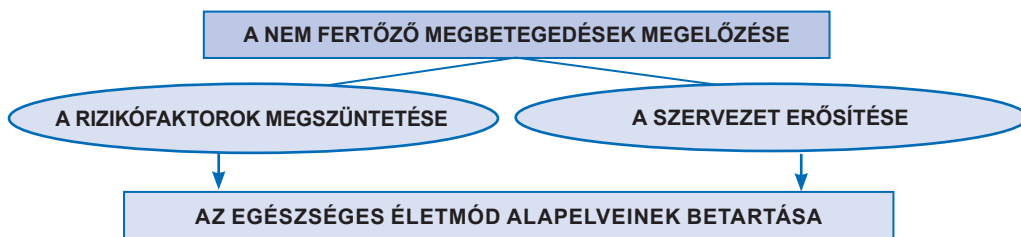
A metabolikus kiváltó okok szorosan kapcsolatban állnak a viselkedéssel, ezért azok hatását jelentősen le lehet csökkenteni az egészséges életmód normáinak betartásával – rossz szokásoktól való tartózkodás, a kiegyensúlyozott táplálkozás, fizikai aktivitás stb. A genetikai okok ismerete és a viselkedésben rejlő rizikófaktorok lehetőséget nyújtanak egyedi megelőző eljárások kidolgozására annak érdekében, hogy megszüntessék a rizikófaktorokat és megerősítsék a szervezetet (24. 2. ábra).

A fertőző betegségek megelőzése. A fertőző betegségek terjedése – a betegség kórokozójának (vírusok, baktériumok, gombák) átadása a forrástól (beteg ember vagy állat) a fogékony szervezetnek. A fertőzés után az ilyen ember szintén fertőzőforrássá válhat. Ha a fertőző betegség csak embereket támad meg (a fertőzés forrása ember), akkor **antropóniás** fertőző betegségről beszélünk (gyermekbénulás, meningococcus fertőzés). Ha a fertőzés forrása kizárólag állat (például a veszettség) – **zoonózis** betegségről. Léteznek **antropozoonózis** fertőző betegségek is, ezek kórokozói megfertőzik az embereket és az állatokat, az ember számára a fertőző forrás lehet beteg ember vagy beteg állat (pestis, álmokór).

Ha a kórokozó szervezetben való jelenléte nem okoz klinikai tüneteket, akkor az ilyen szervezet a **fertőző ágensek hordozója**.

A megelőzési eljárások a járványt három szakaszban kezelik: a fertőzöttek időben való felismerése; izolációja (karantén) és a betegek gyógyítása; a fertőző góccok fertőtlenítése.

A fertőzöttek időben való felismerése, és a statisztikai eljárások alkalmazása lehetőséget nyújt meghatározni, mikor éri el a fertőzés az járványküszöböt, és mikor válik járvánnyá.



24. 2. ábra. A nem fertőző megbetegedések megelőzésének stratégiai

A **járványküszöb** – adott megbetegedés adott helyen való elterjedésének mutatója. A betegség elterjedésének %-os aránya a lakosságban (a betegek száma 100 ezer lakosra viszonyítva). Ezt a mutatót sokéves adatsorból számolják ki. Ez lehetőséget nyújt meghatározni, hogy mikor kezd növekedni a megbetegedések száma, ami bizonyos feltételek mellett járvánnyá válhat. Például, 2019-ben az influenza járványküszöbe 518,68 volt 100 ezer lakosra vetítve.

A járvány második szakaszának megszüntetésére a következő eljárásokat alkalmazzák:

- a lakosok személyes higiénijának ellenőrzése;
- a higiénia, az egészségügyi kultúra reklámozása is propagálása;
- az egészségügyi szervek járványügyi tevékenysége (az élelmiszerek eladásának egészségügyi kontrollja, különösen a fertőző gócban, az élelmiszer és a vízellátó cégek állapotának ellenőrzése; az élelmiszerek, az kész ételek, a víz minőségének, előállításának, tárolásának és szállításának ellenőrzése).

A lakosság immunitásának kialakításához és megerősítéséhez szükséges:

- a védőoltás;
- specifikus szérumok vagy antitestek, illetve immunterápia használata;
- antibiotikumok és más gyógyszerek megelőző alkalmazása.

Feladat. Az orvosok influenzajárvány idején gyakran diagnosztizálják az influenzát vagy az akut vírusos légúti fertőzést, és antibiotikumot írnak fel. Az órákon beszéljétek meg: hatékony lesz-e az ilyen kezelés! Milyen esetekben lehet teljes értékű az antibiotikus kezelés influenza vagy akut vírusos légúti fertőzéskor?

Az invazív betegségek megelőzése. Az invazív betegség a kórokozótól függően lehet helmintózis (férgek okozzák), protozoális fertőzés (a kórokozók egysejtű véglények), kullancsfertőzés és entomózis (rovarok okozzák). Ahhoz, hogy megelőzhessük az invazív betegségeket szükséges tudni a paraziták és a hordozók¹ fejlődési ciklusát, a fertőzés sajátosságait, fejlődését és lefolyását, illetve meg kell állapítani a fertőzés forrását, figyelembe véve a földrajzi sajátosságokat.

Az invazív betegségek megelőzésében fontos szerepe van a kórokozókat terjesztő organizmusok fizikai, kémiai, biológiai módon való irtásának. Vannak külön genetikai eljárások is, amelyek kapcsolatban állnak a terjesztő organizmusok örökítő anyagának hatásával. Például, a malária elleni védekezés során laboratóriumi körülmények között a terjesztő szúnyogok hímjeit besugárzással sterilizálják, majd kiengedik őket a természetbe, ahol párosodnak a nőstényekkel. Az ilyen párosodásokból származó utódok egyáltalán nem fejlődnek vagy életképtelenek.

Az invazív betegségek gyógyításának és megelőzésének specifikus eljárásait két csoportra oszthatjuk. **Féregellenes** gyógyszerek (**antihelmintikum**) célja, hogy kihajtsa a szervezetből a férgeket. A férgekkel való fertőzést el lehet kerülni az egyszerű személyes higiénia szabályainak betartásával (étkezés előtt, közönségi termék látogatása, háziállatok simogatása után kezet kell mosni!) A nyers zöldséget és gyümölcsöt feltétlen meg kell mosni forralt vízzel; hókezelni kell a halat és a húst.

¹ Invazív betegségek esetén.

A féreg ellenes gyógyszerekhez hasonlóan léteznek paraziták, vérszívó rovarok és atkák, egysejtű állatok elleni preparátumok. Az ízeltlábúak taszító anyagokat **repellensek**-nek nevezzük. A vérszívó rovarok és atkák támadásának megelőzéséhez meg kell védeni a testet a megfelelő ruházattal.

Kulcsszavak és fogalmak

betegségmegelőzés, nem fertőző, fertőző és invazív betegségek, betegségek kórokozóinak hordozói, járványküszöb, repellensek.

Ellenőrizték a megszerzett tudást!



1. Mi a fertőző és invazív betegségek megelőzésének lényege? 2. Hozzatok fel példákat nem fertőző, fertőző és invazív betegségekre! 3. Milyen személyeket nevezünk hordozóknak? 4. Mi a járványküszöb? Milyen gyakorlati jelentősége van? 5. Milyen céllal alkalmazták a fertőző betegségek megelőzésekor a repellenseket?

Gondolkodjatok el rajta!



Vajon igaz -e, hogy olcsóbb megelőzni a betegséget, mint gyógyítani? Támassátok alá válaszotokat!

TANULMÁNYI PROJEKT

Az egészség megerősítésének személyes programja

2. SZÁMÚ GYAKORLATI MUNKA

BETEGSÉGEK MEGELŐZÉSÉRE SZOLGÁLÓ JAVASLATOK KIDOLGOZÁSA

Cél: tanár által kiválasztott nem fertőző, fertőző és invazív betegségek példáján kidolgozni ezen betegségek megelőzését szolgáló javaslatokat.

Eszközök: didaktikai kártyák, amelyek tartalmazzák a nem fertőző, fertőző és invazív betegségek kialakulásának okait, a fertőző és az invazív betegségek kórokozójával való fertőzés módjait, a kórokozók életciklusát, a kórokozók fényképét és az általuk kiváltott betegségek tüneteit.

A munka menete

1. Emlékezzetek, miben különböznek a nem fertőző, a fertőző, az invazív betegségek!
2. Az állatok választott nem fertőző betegség modelljén soroljátok fel, hogyan lehet megelőzni!
3. Az állatok választott fertőző betegség modelljén soroljátok fel, hogyan lehet megelőzni!
4. Az állatok választott invazív betegség modelljén soroljátok fel, hogyan lehet megelőzni!
5. Soroljátok fel, hogyan lehet megelőzni a nemi úton terjedő betegségeket (határozzátok meg, hogy ezek a betegségek fertőzőek vagy invazívak)!
6. Elemeztétek az állatok felsorolt megelőzési módokat, és határozzátok meg melyek ismétlődnek bennük! Rendezzék a felsorolt eljárásokat úgy, hogy az ismétlődő eljárások kerüljenek előre, a végére tegyétek azokat, amelyek specifikusak, csak bizonyos betegségcsoportokra jellemzőek!



7. TÉMA ÖKOLÓGIA

Ebben a témakörben megismerkedtek:

- az ökológia tárgyával, feladataival és kutatási módszereivel;
- az ökológia és más tudományok kapcsolatával;
- az ökológiai tényezők organizmusokra és csoportosulásaikra gyakorolt hatásának főbb törvényszerűségeivel;
- a csoportosulások struktúrájával is működésének törvényszerűségeivel: a populációkkal és az ökoszisztémákkal;
- az egyetlen globális ökoszisztémával – a bioszférával; működésének törvényszerűségeivel;
- V. I. Vernadskij bioszféráról és nooszféráról szóló tanaival.

25. §. ÖKOLÓGIA: KUTATÁSÁNAK TÁRGYA, FELADATA ÉS MÓDSZEREI. AZ ÖKOLÓGIAI ÉS MÁS TUDOMÁNYOK KAPCSOLATAI

Emlékezzetek az élő anyag szerveződési szintjeire! Mi a populáció, a faj, az ökoszisztéma? Milyen főbb tételei vannak a természet és a társadalom fenntartható fejlődési koncepciójának?

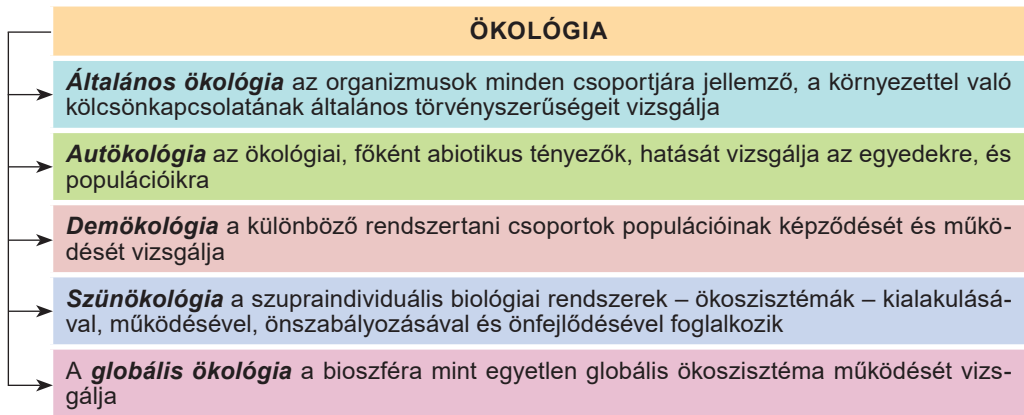
Az ökológia tárgya és feladatai. Az ökológia mint önálló tudomány a XIX. század közepén jött létre, amikor a tudományos közösség tagjaiban tudatosult, hogy nem lehet tanulmányozni az organizmusokat a természetes környezetünk nélkül. Az „**ökológia**” (gör.: *oikos* – ház, tartózkodási hely, *logos* – tan) kifejezést 1866-ban az ismert biológus **Ernst Haeckel** javasolta (25.1. ábra).

Az ökológia – az organizmusok, azok társulásainak és a környezet kölcsönös kapcsolatának tudománya. A modern ökológia az élő anyag különböző szerveződési szintjeit vizsgálja – a molekuláristól a bioszféráig, de különösen nagy figyelmet fordít szupraindividuális biológiai rendszerekre. (*Gondolkojtok* el rajta, miért!) Az ökológia tárgya az organizmusok közötti kapcsolatok összessége vagy struktúrája, a társulások és a fizikai környezet kapcsolata, illetve a társulások – populációk, ökoszisztémák, bioszféra – összetétele, kialakulásának törvényszerűségei és működése.

Az ökológia jelenkori fejlődésére jellemző a **szisztematikus megközelítés**, amelynek lényege a biológiai rendsze-

25. 1. ábra. Ernst Heinrich Philipp August Haeckel (1834–1919) – ismert német tudós, C. Darwin követője. Megalapozta a rendszertan filogenetikai irányzatát (**emlékezzetek**, mivel jellemezhető!), megalakította az „ontogenezis” és a „filogenezis” kifejezéseket, biogenetikai alaptörvény társszerzője (**emlékezzetek**, miről szól!). 1866-ban „*Az organizmusok általános morfológiája*” című munkájában javasolta az új tudománynak az *Ökológia* nevet.





25. 2. ábra. Az ökológia fő tudományterületei

rek összes komponensei kölcsönhatásának és fejlődésének sokoldalú vizsgálata. A 25. 2. ábrán láthatóak az ökológia fő területei.

Min komplex tudomány az ökológia magában foglalja a természettudományokat, bölcsészettudományokat és a technikai ismereteket. Így jött létre az *ökológiai biokémia*, az *ökológiai élettan*, az *ökológiai morfológia*, az *evolúció ökológia*, az *ökológiai paleontológia* stb.

Az ökológia többi részterülete az ökológiai és más a társulásokat vizsgáló biológiai tudományok kölcsön hatásából jöttek létre. Ide tartozik a *növényökológia*, az *állatökológia*, a *gombák ökológiája*, a *mikroorganizmusok ökológiája*. Az ökológia és más természettudományok, illetve bölcsészettudományok kölcsönhatásából létrejött tudományterületeket a 25. 1. táblázatban láthatjátok.

25. 1. táblázat

ÖKOLÓGIAI TUDOMÁNYOK, AMELYEK AZ ÖKOLÓGIA ÉS MÁS TERMÉSZETTUDOMÁNYOK ILLETVE BÖLCSÉSZETTUDOMÁNYOK KÖLCSÖNHATÁSÁBÓL JÖTTEK LÉTRE	
Irányzat	Vizsgálati területe
Geoökológia	A Föld rétegeit, összetételét, felépítését, tulajdonságait, fizikai folyamatait mint az ember és más organismusok élőhelyét vizsgálja. A Föld létfontosságú forrásainak az ökológiai tényezők által kiváltott változásait, azok védelmét és racionális felhasználását vizsgálja
Tájökológia	A régiók térbeli sokféleségét és elemeit vizsgálja (azonos alapközetű, domborzatú, talajú, klímájú homogén területi egységeket, amelyek rájuk jellemző társulásokkal jellemezhetőek), illetve azok hatását az organismusok eloszlására
Kémiai ökológia	A különböző kémiai vegyületek környezetre való hatását, és azok természetére gyakorolt negatív hatásának lehetséges módjait vizsgálja
Radioökológia	A radioaktív sugárzás organismusokra és csoportosulásaikra gyakorolt hatását, a hozzá való alkalmazkodást, illetve a radionuklidok viselkedését vizsgálja az ökoszisztéma különböző komponenseiben (a talajban, a vizekben, az organismusokban)
Szocioökológia	A társadalom és a környezet kölcsönhatásának törvényszerűségeit vizsgálja. Tanulmányozza a természeti forrásokat használó különböző társadalmi csoportok érdekeinek sajátosságait, azok hozzájárulását a természethasználathoz és a természetvédelem problémájához

Irányzat	Vizsgálati területe
Humánökológia	Mint a szocioökológia részterülete, az ember és a társadalom környezettel való kölcsönhatásának törvényszerűségeit vizsgálja, a különböző környezeti tényezők emberre gyakorolt hatását annak érdekében, hogy megőrizze és javítsa az ember egészségét
Matematikai ökológia	A kísérleti úton szerzett adatok matematikai feldolgozása, a populációkban, az ökoszisztémákban és a bioszféra egészében lezajló változások matematikai modellezése hozta létre
Technikai ökológia	Olyan tudományterület, amelynek az a feladata, hogy technikai eljárásokat hozzon létre az ipari környezetszennyezési folyamatok csökkentése és a környezet védelme érdekében

Feladat. Mutassatok rá, melyek azok a tudományok, amelyek kölcsönhatásából létrejöttek a modern ökológia különböző irányzatai!

A lényegükben ökológiai tudományok a 25. 3. ábrán láthatóak.

	Hidrobiológia a vizek élőlényeit vizsgálja
	Talaj biológia a talaj élőlényeit vizsgálja
	Szárazföldi ökoszisztémák ökológiája a szárazföldi organizmusok társulásainak kialakulását és működését vizsgálja
	Parazitológia az élősködő organizmusok és a gazdaszervezetek kölcsönhatásait vizsgálja
	Fitocönológia (geobotanika) – a növénytársulásokról hozzászóló tudomány

25. 3. ábra. Példák ökológiai tudományokra

A modern ökológia nemcsak önálló természettudomány, de világnézet is, amely magába foglalja az összes tudományterületet és emberi tevékenységet. Fő feladatai: az organizmusok, a társulásaik és az környezeti feltételek közötti kapcsolatok megismerése; a társulások struktúrájának, önfejlődésének és működésének vizsgálata; a természetes és mesterséges ökoszisztémák ökológiai állapotának vizsgálatára irányuló módszerek kidolgozása; egyes ökoszisztémák és az egész bioszféra változásainak megfigyelése, a változások következményeinek előrejelzése; adatok gyűjtése és javaslatok kidolgozása az ember ökológiailag biztonságos gazdasági és

társadalmi tevékenységével kapcsolatban; az emberi társadalom és a környezet kapcsolatának harmonizálása; az ökológiai tudás alkalmazása a természetvédelemben és a természetes források racionális felhasználásában.

A racionális természethasználat – a természetes források felhasználásának olyan rendszere, amellyel azokat viszonylag teljesen és hatásosan kihasználják: a megújuló energiaforrások, az ipari hulladékok (hulladékmentes termelés) maximális felhasználása, stb.

Kulcsszavak és fogalmak

ökológia, autökológia, demökológia, szünökológia, racionális természethasználat.

Ellenőrizték a megszerzett tudást!



1. Mit vizsgál a modern ökológia? 2. Mi az ökológiai kutatások tárgya? 3. Mik az ökológia részterületei? Mit vizsgálnak? 4. Milyen ökológiai tudományok jöttek létre az ökológiai és más tudományok kölcsönhatásából? 5. Mik a modern ökológia feladatai? 6. Mi a racionális természethasználat?

Gondolkodjatok el rajta!



Miért vélik a modern ökológiát a különböző tudományokat egyesítő tartópillérnek?

26. §. AZ ÖKOLÓGIAI VIZSGÁLATOK FŐBB MÓDSZEREI

Emlékezzetek azokra tudományokra, amelyekkel kapcsolatban van az ökológia! Mi a lényege az ökológiai vizsgálatok szisztematikus megközelítésének? Milyen vizsgálati módszereket alkalmaznak a biológiában?

Az ökológiai vizsgálatok módszerei. Mivel az ökológia több más tudománnyal is kapcsolatban van, az azokra jellemző koncepciókat és kutatási módszereket felhasználja. A vizsgálati módszerek sokfélesége az ökológiában azzal is magyarázható, hogy a vizsgálat tárgya nemcsak az organizmus csoportok, de az élő anyag szerveződésének különböző szintjein is.

Így a **terepi megfigyelés** lehetőséget nyújt tanulmányozni az organizmusokat és a társulásokat a számukra megszokott természetes környezetben (például a madarak vándorlásának megfigyelése – 26. 1. ábra). Az **ökológiai monitoring módszer** alapja a populációban, az ökoszisztémákban, az egész bioszférában zajló egyes folyamatok állandó, komplex megfigyelése. Az ökológiai monitoring alkalmazása lehetőséget nyújt arra, hogy kidolgozzák egyes populációk, ökoszisztémák és az egész bioszféra védelmének eljárásait. A mértékétől függően megkülönböztetünk négyféle ökológiai monitoring-típust (26. 1. táblázat).

26. 1. táblázat

AZ ÖKOLÓGIAI MONITORING TÍPUSAI	
Monitoring-típus	Jellemzés
Globális	A bioszférában zajló változások vizsgálata
Állami	Egy adott állam területén a természetes és mesterséges ökoszisztémákban zajló változások vizsgálata
Regionális	Bizonyos régió területén a természetes és mesterséges ökoszisztémákban zajló változások vizsgálata
Lokális	Lokális területeken (adott ökoszisztémában, agrocönózisban, településen) a természetes és a mesterséges ökoszisztémában zajló változások vizsgálata



26. 1. ábra. Az ökológiai vizsgálatok módszerei: 1 – ökológiai monitoring közvetlen vizsgálattal; 2 – modern komplex monitoring olyan eszközök segítségével, amelyek eredményeit nagy távolságból is le lehet olvasni; 3 – ökológiai kísérletet végezhetünk például a vízi ökoszisztémát modellező akvárium segítségével

A **kísérletek** mind a terepi, mind a laboratóriumi kísérletek során tudatosan manipulálja a biológiai rendszerek struktúráját és az események természetes lefolyását azzal a céllal, hogy kiderítse a rendszer vagy a folyamat adott hatásra való reakcióját. A kísérletek lehetnek *egytényezősek* (egy tényező hatását vizsgálja) és *többtenyezősek* (több tényező hatását mutatja). A több tényezős vizsgálat lehetőséget nyújt a kísérletvezető számára a tényezők kombinálására, megváltoztatni az összes vagy egyes tényezők hatásintenzitását.

Az **ökológiai indikáció módszerei** lehetőséget nyújtanak az ökoszisztémák állapotának és tulajdonságainak, faji összetételének, egyes élőlény csoportok arányának vizsgálatára. Az ökoszisztéma állapotának meghatározásához nem szükséges vizsgálni annak összes faját. Elégséges megfigyelni egyes meghatározott csoportjaikat, amelyeket *indikátoroknak* nevezünk. Például, a savanyú talajokon mezei zsúrló, szórfű, csarab nő; a semleges pH-jú talajokon a fehér akác, a tölgy, a csipkebogyó, a szeder; a szikes talajokon – sziksófű, sóballa (26. 2. ábra). Bizonyos moszatscsoportokat alkalmaznak a szerves vegyületek és különböző szennyező anyagok vizekben való jelenlétének kimutatására.

Modellezés – struktúrák, funkciók, folyamatok vizsgálatára és demonstrálására alkalmazott módszerek. Ez sok tudományos kutatás kötelező szakasza, mivel lehetőséget nyújt megvizsgálni objektumokat és folyamatokat, amelyeket közvetlenül nem lehet megfigyelni vagy kísérletileg rekonstruálni. A *matematikai modell* – egy kifejezés matematikai képletek formájában, egy bizonyos rendszer különböző elemeinek kapcsolatait mutatja. Megváltoztatva egy mutató modellbeli értékét megfigyelhető, hogyan változnak mások, vagyis hogyan viselkedne a modellezett rendszer bizonyos körülmények között. Például, az egyik ökológiában használt matematikai modell a zsákmány-préda populációinak köl-



26. 2. ábra. Példák indikátorfajokra: 1 – mezei zsúrló; 2 – fehér akác; 3 – európai sziksófű

csönhatását vizsgáló volt, amely bemutatja az egyik faj egyedszámának függését a másik faj egyedszámától.

A megfigyelésekből, kísérletekből vagy modellezésből származó adathalmaz statisztikai feldolgozást igényel. A modern ökológia, akárcsak a többi tudomány fejlődése, nem lehetséges **statisztikai módszerek alkalmazása nélkül**.

Tehát, **bizonyos ökoszisztémák szisztematikus vizsgálatához** szükséges:

- a szakirodalom tanulmányozása, az előző tapasztalatok összefoglalása;
- a vizsgálat feladatainak megállapítása (a vizsgálat főbb irányainak meghatározása);
- a vizsgálat koncepciójának kiválasztása (a vizsgálat tárgyáról szóló ismeretek összefoglalása, és ezen ismeretek teljeskörű és logikus koncepció formájában való bemutatása);
- megfigyelések, terepi és laboratóriumi kísérletek elvégzése;
- kötelező a matematikai modellezés, elemzés és modell alkalmassági vizsgálat;
- a kapott eredmények szintézise;
- a vizsgálatok számítógépesítése; nagyméretű adatbázis létrehozása;
- mennyiségi értékelés és előrejelzés;
- az elvégzett vizsgálatok alapján levonni a következtetéseket, ha szükséges javaslatokat tenni a továbblépésre; széleskörű nemzetközi együttműködés.

Kulcsszavak és fogalmak

az ökológiai monitoring módszere, az ökológiai indikáció módszerei, indikátor szervezetek, matematikai modellezés.

Ellenőrizték a megszerzett tudást!



1. Nevezzék meg az ökológiában használt vizsgálati módszereket! 2. Mi az ökológiai monitoring módszer lényege? 3. Mi az ökológiai indikáció módszer alapja? 4. Milyen feltételek kell eleget tenniük azoknak az organizmus-csoportoknak, amelyeket az ökológiai indikáció módszere során alkalmaznak? 5. Mi a matematikai modellezés lényege? Miért kötelező alkalmazni az ökológiai vizsgálatok során?

Gondolkodjatok el rajta!



Mik az ökológiai vizsgálatok sajátosságai?

27. §. AZ ÖKOLÓGIAI TÉNYEZŐK ÉS AZOK OSZTÁLYOZÁSA

Emlékezzetek, mi az autökológia, mik a taxisok, a reflexek, a tropizmusok, a nasztiák, a nutációk!?

Az ökológiai tényezők osztályozása. Minden organizmus potenciálisan képes végtelenül elszaporodni és elterjedni. Ugyanakkor, a különböző égővek faji összetétele nem keveredik: mindegyikre jellemzőek bizonyos állatfajok, növényfajok, gombafajok, mikroorganizmus fajok. Az organizmusok túlszaporodását és szétterjedését bizonyos *földrajzi akadályok* (tengerek, hegygerincek, sivatagok), *klimatikus tényezők* (hőmérséklet, páratartalom), illetve az egyes *fajok kölcsönhatása határolja be*. *Emlékezzünk*: a biogeocönózis egy adott faj populációi által benépesített részét, amely biztosítja a szükséges forrásokkal és feltételekkel az adott *faj élőhelyének* nevezzük. Az összes ilyen forrást és feltételt együtt ökológiai tényezőknek nevezzük.

27. 1. ábra. A különböző fajok közötti biotikus kapcsolatok meghatározhatják elterjedésüket: fügedarázs (1) – Hártýás-szárnyúak rendje – a füge (2) egyedüli megporzója; amikor ezt a növényt aklimatizálták Kaliforniában (USA), ahol kedvezőek voltak a feltételek a termesztésre, a füge nem hozott termést, mivel hiányoztak a megporzó rovarok; ezért a növényvel együtt aklimatizálták a fügedarászat



Ökológiai tényezők – a szervezetekre és társulásokra ható élőhelyi komponensek összessége. Hatásuk természetétől és sajátosságaitól függően ezek lehetnek abiotikusak, biotikusak és antropogének. Az **abiotikus tényezők** az élettelen természet komponensei és tulajdonságai (hőmérséklet, megvilágítás, páratartalom, a levegő gázösszetétele, nyomás, a víz sóösszetétele, talajtípus), amelyek közvetlenül vagy közvetve hatást fejtenek ki az organizmusokra és azok társulásaira.

Biotikus tényezők – az egyedek különböző kölcsönhatásformái a populációban és a populációk között. Ahogy tudjátok már, az ilyen kölcsönhatások lehetnek *antagonisták* (versengés, élösködés, ragadozó), *kölcsönösen hasznos* (például mutualizmus) vagy *semleges* (neutralizmus). Minden organizmus folyamatosan kölcsönhatásban áll saját fájának egyedeivel (*intraspecifikus kapcsolatok*) és más fajok egyedeivel (*interspecifikus kapcsolatok* – a fajon belüli és a fajok közötti kölcsönhatásokkal a későbbiek során részletesebben megismerkedünk majd). Ezért egyes fajok mások számára az élőhely részei (27. 1. ábra). Bármelyik organizmus életfolyamatai közben élőhelyet vált: eközben egyes források a környezetből kimerülnek, mások épp ellenkezőleg feldúsulnak.

Az antrópikus vagy antropogén tényezők – az ember különböző tevékenységformái, amelyek megváltoztatják a különböző élőlények élőhelyét, beleértve az emberét is. Az antrópikus tényezők – az ember közvetlen hatása a környezetre (vadászat, favágás), míg az antropogén tényezők – az ember gazdasági tevékenységének következményei (például a környezetszennyezés, amelyik kapcsolatban áll gyárak, hőerőművek, atomerőművek használatával).

Az ökológiai tényezők mint források és feltételek. Mindaz, amit az organizmusok elfogyasztanak **környezeti forrásnak** tekintendő. A forrásokat (táplálék, a talaj kémiai elemei és nedvességtartalma) a **környezeti feltételektől** eltérően (hőmérséklet, a levegő páratartalma, a víz sótartalma, az áramlatok sebessége) az organizmusok kimerítik, aminek következtében kevésbé elérhetővé válnak.

Megkülönböztetünk esszenciális és helyettesíthető forrásokat. Az esszenciális forrásokat az organizmus nem helyettesítheti mással (például nitrogén vagy kálium a növények számára, a közönséges farkasalma a farkasalmalepke számára). Ha egy forrást az organizmus teljesen helyettesíteni tud mással, akkor az **helyettesíthető** forrás (például a galambok és más madárfajok elfogyasztják a különböző fajhoz tartozó növények magvait).

Az ökológiai tényezők változékonysága. Minden ökológiai tényező bizonyos intenzitású hatást gyakorol az organizmusokra. Ez a hatás lehet *viszony-*

lag állandó a bioszféra fejlődésének hosszabb időszaka alatt (például a napsugárzás, a gravitáció, a tengervíz sótartalma, a légkör gázösszetétele). Az ökológiai tényezők többsége *változékonny hatásintenzitású* (a hőmérséklet, a levegő páratartalma, a megvilágítás). Minden ökológiai tényező változékonyságának a szintje függ az élőhely tulajdonságaitól. Például, a vízfelszín vagy talajfelszín hőmérséklete jelentősen ingadozhat az évszaktól vagy a naptól függően, míg néhány méter mélyen a vizekben vagy a talajban a hőmérséklet-ingadozás nem jelentős.

Az ökológiai tényezők változása lehet: *periodikus*, a napszaktól, az évszaktól, a Hold állásától függően; nem periodikus (vulkánkitörés, földrengés, hurrikán); *eltarthat hosszabb időn keresztül* (a Föld éghajlatváltozásai, amelyek kapcsolatban állnak a szárazföld és a világóceán arányának megváltozásával). Az organizmusok könnyebben alkalmazkodnak az ökológiai tényezők számukra megszokott periodikus változásaihoz, és nehezebben azokhoz, amelyek nem periodikusan történnek, különösen akkor, ha az őseik sem találkoztak velük.

Ugyanazon ökológiai tényező lehet semleges az egyik faj számára és hathat jelentősen a közös helyen élő másokra. Például, a légköri nitrogén (N_2 – *emlékezzetek*: mennyisége a levegőben 78,1 %) – sok faj számára semleges tényező (az állatoknak, a növényeknek, a gombáknak, sok mikroorganizmusnak), vagyis képtelenek elsajátítani. Ugyanakkor ez az elem létfontosságú a nitrifikáló organizmusok számára (gümmő-baktériumok, egyes cianobaktériumok).

A feltételek változékonyságának szintjétől függ bizonyos ökoszisztémák biodiverzitása: minél változatosabbak a feltételek, annál sokszínűbb a faji összetétel.

Kulcsszavak és fogalmak

a faj élőhelye, ökológiai tényezők (abiotikus, biotikus, antrópikus vagy antropogén).

Ellenőrizték a megszerzett tudást!



1. Mi az élőhely? 2. Jellemezzétek az ökológiai tényezőket! 3. Milyen ökológiai tényezőket tekintenek forrásnak, ingerlőnek, és melyeket feltételeknek? 4. Milyen lehet az ökológiai tényezők változékonysága?

Gondolkodjatok el rajta!



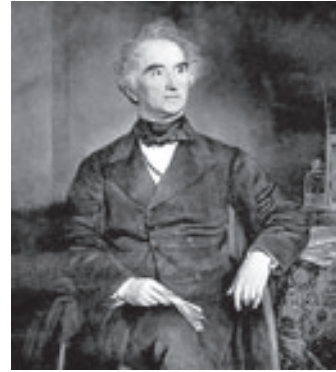
Mi jellemző az autökológiára, mint az ökológia részterületére?

28. §. AZ ÖKOLÓGIAI TÉNYEZŐK ORGANIZMUSOKRA ÉS TÁRSULÁSAIKRA GYAKOROLT HATÁSÁNAK TÖRVÉNYSZERŰSÉGEI

Emlékezzetek, mi a populáció!? Milyen adaptációk jönnek létre az élő anyag populáció-faj szintjén? Mi az ökológiai niche? Mi a biológiai lényege az ökológiai tényezők kölcsönhatása, az adaptációk relatív függetlensége, az ökológiai individualitás szabályának, az Allen- és a Bergmann-szabálynak?

● Az első ökológiai törvényt 1840-ben a német tudós **J. Liebig** alkotta meg (28. 1. ábra). Feltételezte, hogy a szervezetek számára limitáló lesz az a létfontosságú tényező, amely elérhető mennyisége legjobban eltér az optimális értéktől. Ezt a törvényt nevezzük a **Liebig-féle minimum törvénynek**.

28. 1. ábra. Justus von Liebig (1803 – 1873) – német kémikus, aki jelentősen hozzájárult az agrokémia (a növények tápanyagigényének optimalizációjáról, a műtrágyázásról és a növény termőképességének növeléséről szóló tudomány) fejlődéséhez. Megalkotta „a tápanyag-visszapótlás törvényét”, mely szerint a növények bizonyos elemeket vesznek fel a talajból, aminek következtében ezen elemek koncentrációja lecsökken a talajban, ezért azokat a növények normális fejlődése érdekében pótolni kell. Így lett tudományosan megalapozva a műtrágyázás szükségessége.



A tudós felfigyelt rá, hogy a növények produktivitását gyakran azok a tápanyagok limitálják, amelyek nem nagy mennyiségben szükségesek (például a szén (IV) oxidja, nitrogénvegyületek, víz, mivel ezek az anyagok úgymint megfelelő mennyiségben vannak jelen), hanem a mikroelemek (mint a bór, a cink, stb.), amelyek minimális mennyiségben szükségesek a növények számára, pontosabban azok hiányos mennyisége korlátozó. Ezt a törvényt alkalmazzák a mezőgazdaságban, mivel a növénytermesztést megnehezíti vagy ellehetetleníti, ha bizonyos kémiai elemek mennyisége a talajban a szükséges minimum alatt van (a foszfor esetében kevesebb, mint 20 %-a a normának, a kalcium esetében kevesebb, mint 50 %-a).

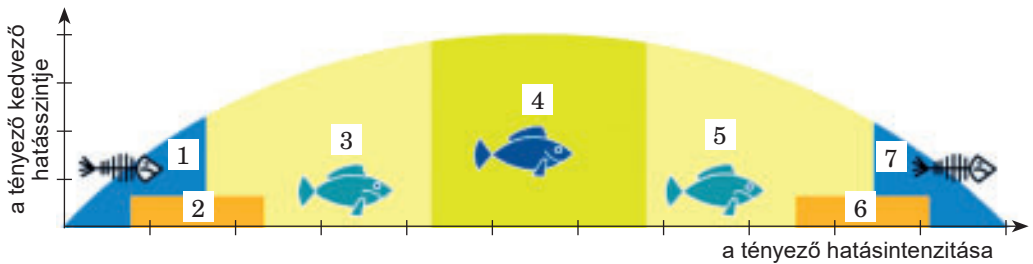
Jegyzétek meg!

Az organizmusok létezését egy élőhelyen főként a **limitáló tényezők** határozzák meg, amelyek hatásintenzitása közelít vagy meghaladja az adott faj egyedeinek tűrőképességét. A limitáló tényezők határozzák meg a faj elterjedését – areáját. Például, sok állatfaj észak felé terjedését a meleg és a fény hiánya tartja vissza, dél felé pedig a nedvesség hiánya, a tengeri halak édesvizekbe való vándorlását a víz sótartalmának alacsony szintje, stb.

● A minimum törvényt F. Blackman és B. Shelford később továbbfejlesztették. F. Blackman 1909-ben létrehozta a **korlátozó tényezők törvényét**: egy faj létezését leginkább azok a környezeti feltételek limitálják, amelyek hatásintenzitása leginkább eltér az optimum zónától (az ökológiai tényezők hatásának leginkább kedvező zónájától), függetlenül a többi ökológiai tényező optimális kombinációjától és hatásintenzitásától.

● 1913-ban V. Shelford felhívta a figyelmet arra, hogy nemcsak a minimális hatásintenzitású tényező lehet korlátozó (limitáló), de a maximális hatásintenzitású is. Ez a törvényszerűség a **tolerancia törvény** nevet kapta: a faj létezését bizonyos feltételek között meghatározhatja bármely ökológiai tényező túlzott jelenléte vagy hiánya is, amely tényező hatásintenzitása közelít a minimum és a maximum kritikus pontjaihoz (vagyis az adott tényező hatásintenzitásának minimális és maximális értékeihez).

Ⓜ A tolerancia – az organizmus képessége túlélni bizonyos ökológiai tényezők kedvezőtlen hatását. Az ökológiai tényező hatástartományát, amely feleli az egyedek által minimálisan és maximálisan elviselhető értékeket, **tűrőhatárnak** nevezzük.



28. 2. ábra. Az optimum törvény sémája: 1 – a tényező minimális értéke; 2 – extrém feltételek; 3 – pessimum zóna; 4 – optimum zóna; 5 – pessimum zóna; 6 – extrém feltételek; 7 – a tényező maximális értéke (*Feladat:* Figyeljétek meg a sémát, találjátok meg rajta a faj felső és alsó tűréshatárát és ökológiai valenciáját!)

● A minimum, a limitáló tényezők és a tolerancia törvényt foglalja össze az **optimum törvény**: mindegyik ökológiai tényezőnek van bizonyos, a szervezet számára pozitív tartománya (28.2. ábra). Valamely ökológiai tényező a szervezet számára kedvező hatásának intenzitását *optimum zónának* nevezzük. Optimális feltételeknek főként az olyanokat tekintik, amelyek között az egyedek több utódot hagynak. Energetikai szempontból azok a feltételek optimálisak, amelyek között a szervezetek minimális energia ráfordításával képesek megőrizni a megszokott anyagcsere szintjüket, ami biztosítja a szervezet intenzív növekedését és fejlődését.

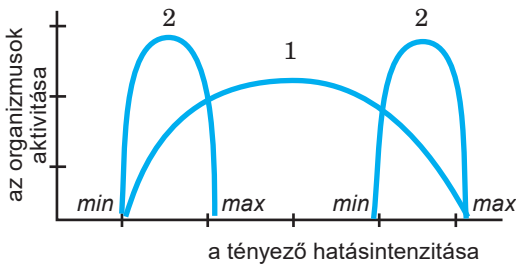
Minél jobban eltér egy ökológiai tényező hatásintenzitása az optimálistól valamelyik irányban, annál erősebb lesz a gátlóhatása a szervezetre (*pessimum zóna*). Egy ökológiai tényező gátló hatása gyakran attól függ, hogy milyen intenzitással és milyen kombinációban hatnak a környezet többi tényezői. (*Emlékezzünk:* erről szól az ökológiai tényezők kölcsönhatásának szabálya!) Tehát, az organizmusok optima és tűréshatára valamelyik irányban eltolódhat, attól függően, hogy milyen erősen és milyen kombinációban hatnak a többi tényezők.

Az ökológiai tényező hatásának az a mértéke, amelyen túl lehetetlen az élet, a tűréshatár felső és alsó értékeinek nevezzük (a maximum és minimum kritikus pontjainak). A tűréshatár tartományát **bizonyos faj ökológiai valenciája** határozza meg, vagyis az ökológiai tényező hatásának a tartománya, amelyek között az adott faj létezni képes.

Jegyezzétek meg!

Ha egy faj képviselői olyan körülmények közé kerülnek, hogy egy vagy néhány ökológiai tényező maximálisan megközelíti a tolerancia határ felső vagy alsó értékét, az ilyen feltételek számukra extrémek lesznek. Az ilyen körülmények között való létezés jelentős energia ráfordítását igényeli.

Egy faj egyedeinek tág ökológiai valenciáját *eur*- elótaggal jelölik. Például a sarki róka az euriterm állatokhoz tartozik, mivel a hőmérséklet nagy ingadozását képes elviselni (közel 80 °C-nyit: -50 °C-tól +35 °C-ig). Egyes gerinctelenek (bizonyos szivacsok, gyűrűsférgék) az *euribat organizmusokhoz* tartoznak, mert élhetnek a felszínhez közel és a nagy mélységekben, kibírják a jelentős nyomásingadozást. A rákokhoz tartozó sórákok *eurihalin fajokhoz* tartoznak (képes elviselni a



28. 3. ábra. Az eurobiontákra (1) jellemző a tág ökológiai valencia, a sztenobiontákra (2) a szűk

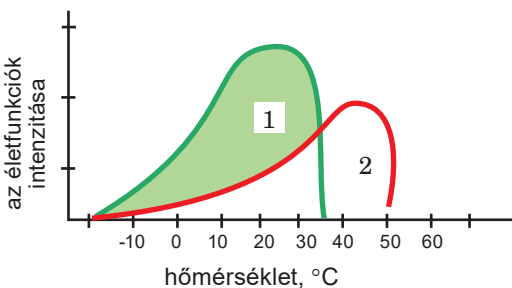
víz sótartalmának változását 5 %-tól 300 %-ig). Azokat a fajokat, amelyek képesek megélni a különböző ökológiai tényezők széleskörű ingadozásai mellett euribiontáknak nevezzük.

A szűk ökológiai valenciát, vagyis bizonyos ökológiai tényezők jelentős ingadozására való érzékenységet, a szteno- előjellel jelöljük (például sztenoterm, sztenobat, sztenofot). A sztenobionták csak többé-kevésbé stabil körülmények között képesek létezni. A sztenobiontákhoz tartoznak a trópusok lakói (például a kókorallak), az állatok belső szerveinek különböző élősködői (métélyek, galandférgék, orsóférgék), az óceáni mélységek, a barlangok lakói. A sztenobionta fajok terjeszkedése erősen behatárolt. Tehát, a faj ökológiai valenciája tágabb a változékonyabb feltételekkel rendelkező élőhelyeken (28. 3. ábra).

Bizonyos ökológiai tényezők a szervezet különböző funkcióira való hatásának félreérthetősége. Egyes életfolyamatok optimuma lehet mások pesszimuma. Például, a hőmérséklet emelkedésekor a fotoszintézis intenzitása gyorsabban növekszik, mint a növények légzésének intenzitása. Ha a hőmérséklet meghaladja a +40 °C-t, a fotoszintézis intenzitása hirtelen lelassul, míg a légzés intenzitása növekedhet (28. 4. ábra). A poikiloterm állatok anyagcseréje +40...+45 °C között felgyorsul, de mozgásaktivitásuk lecsökken, ami dermedt állapotot eredményezhet.

- A biológiai rendszerre egyidejűleg nem egy, hanem ökológiai tényezők egész komplexe hat, amelyek egymással kölcsönhatásba lépnek (**Mitscherlich-Baule-féle kumulatív hatás törvény**). Eszerint a biológiai rendszerek produktivitását nem egy vagy több ökológiai tényező hatása határozza meg, hanem azok kumulatív hatása.

- **Rubel-törvénye** szerint (E. Rubel jegyezte le 1930-ban) az egyes ökológiai tényezők hiányát részlegesen kompenzálhatják más hasonló tényezők. Például, a fényhiányt a fotoszintézis során részben kompenzálhatjuk a növény számára többlet szén(IV) oxiddal (CO₂). Azokon a helyeken, ahol sok a stroncium (Sr) ott a puhatestűek részben lecserélhetik vele a kalciumot csigaházuk növesztésekor. Ugyanakkor a tényezők felcserélődésének vannak bizonyos határai, egyetlen létfontosságú tényezőt sem lehet teljesen felcserélni mással. Például, a nedves-



28. 4. ábra. Bizonyos ökológiai tényezők a szervezet különböző funkcióira való hatásának félreérthetősége: a fotoszintézis és a légzés intenzitásának függése a környezet hőmérsékletétől: 1 – fotoszintézis; 2 – légzés (Feladat: magyarázzátok meg, hogyan hat a hőmérséklet emelkedése ezekre a folyamatokra!)

ség hiánya gátolja a fotoszintézist még optimális megvilágítottság és CO₂ koncentráció mellett is.

Kulcsszavak és fogalmak

minimum törvény, limitáló tényezők törvénye, tolerancia törvény, optimum törvény, kumulatív hatás törvény, Rubel-törvény; limitáló tényezők, a faj ökológiai valenciája, euri- és sztenobionta fajok.

Ellenőrizték a megszerzett tudást!



1. Miről szól a minimum törvény? Mi a gyakorlati jelentősége? 2. Milyen ökológiai tényezőket nevezünk limitálóknak? Milyen szerepük van a fajok szétterjedésében? 3. Fogalmazzátok meg a limitáló tényező törvényét! 4. Miről szól a tolerancia törvény? 5. Fogalmazzátok meg az optimum törvényt! Mi a tűréshatár? 6. Jelemezzétek a kumulatív hatás törvényét! 7. Fogalmazzátok meg Rubel-törvényét! Mi a biológiai jelentősége?

Gondolkodjatok el rajta!



Hogyan lehet meghatározni a gyakorlatban az ökológiai tényezők valamely fajra gyakorolt hatásának optimális zónáját?

29. §. A POPULÁCIÓK ÉS AZOK JELLEMZÉSE

Emlékezzetek, mi jellemző a biológiai rendszerek szerveződésének populáció-faj szintjére!? Milyen fő tételei vannak a faj biológiai koncepciójának és a szintetikus elméletnek? Milyen fajkritériumokat ismertek? Mi a polimorfizmus?

A populációt, mint a biológiai rendszerek szerveződésének külön szintjét a demokológia vizsgálja (lásd: 25. 2. ábra).

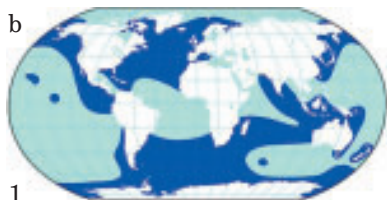
A populáció, mint a faj strukturális funkcionális alapegysége. *Emlékezzetek*: az evolúció szintetikus elmélete a populációra úgy tekint, mint az evolúció alapegységére. (Gondolkodjatok el rajta, miért!). A faj – a populációk összessége, melynek egyedei bizonyos genetikai egységet alkotnak, mivel hasonló génkészlettel rendelkeznek. A filogenezise során minden faj alkalmazkodott bizonyos létfeltételekhez, amelyek jellemzőek az élőhelyükre (abiotikus, biotikus, antrópikus), és amelyek az **ökológiai jellemzőket** alkotják.

● A faj areája különböző pontjain élő képviselőinek számára a létfeltételek eltérőek. Ezt állítja a **földrajzi optimum szabálya**: *a faj areájának központjában a feltételek általában optimálisak, a perifériáján pedig romlanak*. Vagyis az area központjában élő egyedek is eltérhetnek a periférián élőktől. Például a nyírfa az areája közepén tipikusan fa formájú, még a periférián bokorszerű.

Tehát, az adott faj számára kedvező feltételek az areáján mozaikos eloszlású. Ezért a különböző populáció-sűrűségű részeket olyan részek választják el, amelyeken a faj képviselői egyáltalán nem találhatóak meg. Így jönnek létre a populációk.



A populáció (lat.: *populus* – nép, lakosság) – a faj egyedeinek összessége, amely hosszabb ideig az areája bizonyos részén él részben vagy teljes egészében elkülönítve a faj más hasonló egyedeinek összességétől, és bizonyos génállo-



29. 1. ábra. Kozmopolita fajok (1) és endemikus fajok (2): 1 – kardszárnyú delfin (a) majdnem a teljes világoceánban (b) elterjedt, a fajnak sok populációja van; 2 – a *Proterorhinus tataricus* nevű géb a Krim endemikus faja, kizárólag a Csorna folyó egy rövid szakaszán él; ez egy veszélyeztetett faj, ezért a Nemzetközi Vöröskönyvbe is feljegyezték

mánnal jellemezhető. A populáció a faj létezésének sajátos formája, amely a természetben sajátos biológiai rendszerként működik.

A nagy areával rendelkező fajoknak lehet több száz és ezernyi populációja, még az endemikus fajoknak csak egy (29. 1. ábra).

Jó tudni



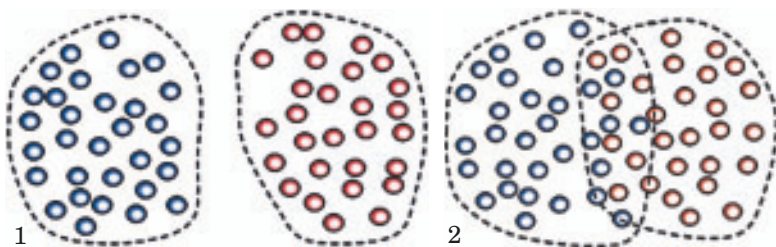
A „populáció” kifejezést 1903-ban, a dán tudós, W. Johannsen (29. 2. ábra) vezette be annak érdekében, hogy genetikailag heterogén, egy fajhoz tartozó egyedek csoportosulásait elkülönítse a genetikailag homogén tiszta vonalaktól. (*Emlékezzetek, mit nevezünk tiszta vonalnak!?*).

29. 2. ábra. Wilhelm Ludvig Johannsen (1857–1927) – dán biológus, a „populáció” (1903), „gén”, „genotípus”, „fenotípus” (1909) kifejezések megalkotója



Egy faj populációinak elkülönültségi foka. Jelentős földrajzi akadályok esetén a populációk teljes mértékben elkülönülhetnek egymástól (például a különböző tavakban élő halak populációi). Ha a faj által elfoglalt terület többé-kevésbé homogén, akkor a populációk közötti határok nem egyértelműen láthatóak (rágcsálók populációi, például a mormota, amelyik faj a sztyeppéken és a sivatagokban él – 29. 3. ábra).

A vándorló fajok populációinak határai elmosódottak lehetnek. Például, bizonyos bogarak, lepkék, poloskák egyedei, amelyek egy helyen keltek ki a betűkből



29. 3. ábra.
A populációk elkülönültsége:
1 – jól elkülöníthetők egymástól;
2 – részlegesen átfednek



29. 4. ábra. 1. A pompás királylepké képes Törökország területéről a fekete tengeren keresztül átrepülni a Krimre, ugyanakkor állandó populációkat ott nem alkot, mivel az ukrainai feltételek mellett képtelen szaporodni. Más királylepké fajok (2) augusztus végén tömegesen vándorolnak Kanadából az Egyesült Államokon keresztül Közép-Mexikóba (3).

tömeges szaporodási időszak során több tíz és több száz kilométert vándorolhatnak, és összekeveredhetnek más populációk egyedeivel (29. 4. ábra).

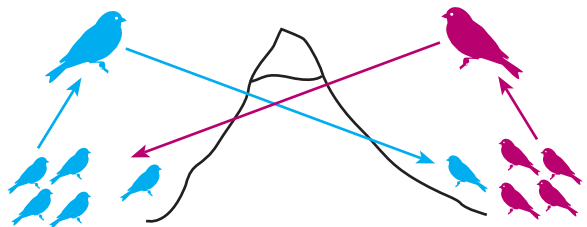
A populációk működésének sajátosságai. A faj, mint integrált biológiai rendszer működését az egyedek állandó vagy epizodikus, egyik populációban a másikba való vándorlása biztosítja (29. 5. ábra). Egy faj populációi közötti hosszantartó kapcsolathány idővel az előfeltétele lehet a fajképződésnek a génekészlet és a morfológiai bélyegek fokozatos változása következtében. Például, a sarki nyúl a Jamal-félszigeten kétszer akkora vakbél nyúlvánnyal rendelkezik, mint az urali erdőszyeppen élő nyulak. Ez azzal magyarázható, hogy ezeknek az állatoknak a táplálék bázisa eltérő, különösen durvább táplálékfeleségek tekintetében.

Mivel egy faj egyedei különböző környezeti feltételek között élnek, a különböző populációik képviselőinek eltérő lehet a biológiájája. Például, a sekély vizekben élő hódok gátakat építenek, amelyek megemelik a víz szintjét. Ez javítja lehetőségeiket a táplálkozásra. A tavakon a hódok hódvárakat és alagútrendszert építenek, amelyek biztosítják a táplálékhoz való hozzájutást. A folyóban élő hódok üregeket ásnak a meredek partfalban.

A populáció állapotát jellemző mutatók. Minden populáció rendelkezik bizonyos **egyedszámmal**, vagyis bizonyos számú egyedből áll. **A minimálisan életképes populáció** – az egyedek minimális száma, amellyel képes biztosítani a populáció fennmaradását több generáción keresztül. Minden populáció elfoglalt egy **bizonyos területet** vagy **térfogatot** (hidrobionták vagy a talajlakók esetében) az ökoszisztémában.

A populációsűrűség az egységnyi területre vagy térfogatra eső egyedek átlagos száma. A környezet szükséges, az optimálistól leginkább eltérő tényezői közül, egy faj populációsűrűségét az fogja meghatározni, amelyik hatással van a legsérülékenyebb fejlődési stádiumára.

29. 5. ábra. Az egy fajhoz tartozó egyedek populációról populációra való vándorlása biztosítja a génáramlást, aminek köszönhetően azok génekészlete továbbra is hasonló marad



A **születési arány** – a populáció egyedeinek olyan száma, amelyek adott időegységen belül jöttek a világra (például egy nap alatt, egy hónap alatt, egy év alatt); a **mortalitás** – a populáció egyedeinek olyan száma, amelyek ezalatt az idő alatt elpusztultak.

A születési arány és a mortalitás közötti különbség a **populáció növekménye**. Ha a születési arány felülmúlja a mortalitást, a populáció növekménye pozitív érték lesz, ha éppen ellenkezőleg, akkor negatív. A **populáció fajlagos biomasszája** – a populáció egységnyi területre vagy térfogatra eső egyedeinek tömege. A számítást az élő tömegben vagy a száraz anyagon végzik. A **populáció biomassza produktójának** nevezzük az egységnyi idő alatt termelt biomasszát. Az adott idő alatt az összes egyed biomasszájának össznövekményeként határozzák meg, beleszámítva az elpusztult és az eliminált egyedek tömegét is. A produkció mértékébe beleértik a képződött spórák, magvak, gyümölcsök, újszülöttek tömegét is. A produkció mértékét a populáció által elfoglalt egységnyi területre vagy térfogatra viszonyítják (kg/m^2 , kg/m^3).

Kulcsszavak és fogalmak

a faj ökológiai jellemzői, földrajzi optimum szabály, minimálisan életképes populáció.

Ellenőrizték a megszerzett tudást!



1. Miért van az, hogy a faj populációk rendszere formájában létezik? 2. Mit állít a földrajzi optimum szabály? 3. Milyen lehet egy faj populációinak elkülönültségi foka? 4. Mit értenek a minimálisan életképes populáció kifejezés alatt? 5. Milyen mutatók jellemzik a populáció állapotát?

Gondolkozzatok el rajta!



Miért tekintenek a demokológiára az ökológia különálló részterületeként?

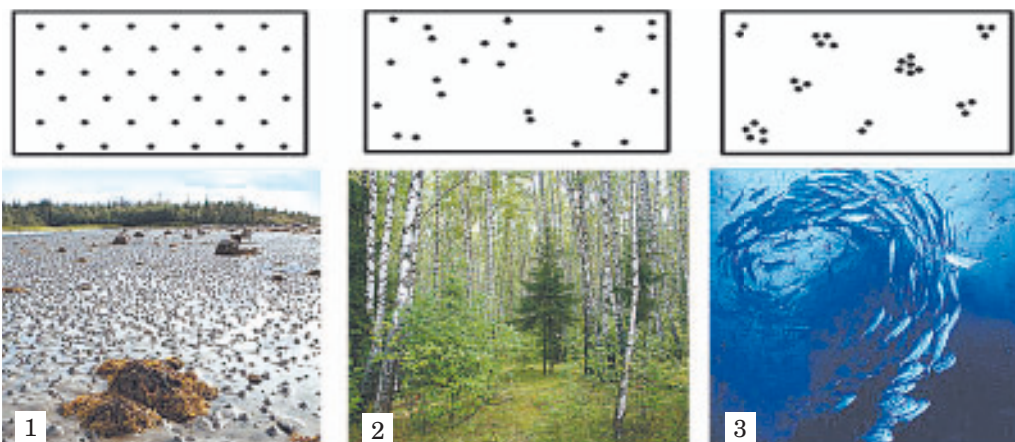
30. §. A POPULÁCIÓ STRUKTÚRÁJÁNAK SAJÁTOSÁGAI: TÉRBELI ELOSZLÁS, KORSTRUKTÚRA, IVARARÁNY

Emlékezzetek, mely ökológiai tényezőket tekintünk forrásoknak, és melyeket létfeltételeknek!? Mely élőlények tartoznak a heterotrópokhoz? Mi a pánmixis? Mit állít a hasadás törvénye?

Minden populáció jellemezhető bizonyos struktúrával: térbeli eloszlással, korstruktúrával, ivararányval, genetikai és etológiai struktúrával. A populáció struktúrája adaptív jellegű, mivel az az egyedek és a ökológiai tényezők kölcsönhatásának az eredménye. Valamilyen szintig ez dinamikus: a környezet feltételeinek változása kiváltja a populáció struktúrájának megfelelő változását. A populáció struktúrájának dinamizmusa lehetőséget nyújt a lehető legnagyobb mértékben felhasználni az élőhely forrásait.

A populáció térbeli eloszlása. Bármelyik populáció többé-kevésbé szorosan kapcsolódik egy bizonyos területhez. Mivel minden terület csak bizonyos számú egyedet képes eltartani, ezért a jelenlévő források felhasználásának teljessége nemcsak a populáció egyedszámától függ, de az egyedek térbeli eloszlásától is.

Az egyedek térbeli eloszlása lehet: véletlenszerű, szabályos és csoportos (30. 1. ábra). A **véletlenszerű térbeli eloszlással** általában akkor találkozunk, ha az élőhely nem homogén, az egyedek nem verődnek csoportokban. **Szabályos eloszlás** általában ott található, ahol az egyedek között erős versengés vagy antagonista kapcsolat van. A **csoportos (foltos) eloszlása** esetében a populáció egyedei a teret nem egyenletesen lakják be, szabad helyeket hagynak, amelyek nem alkalmasak az életre.



30. 1. ábra. Az egyedek eloszlás típusai a populáción belül: 1 – szabályos, például sokserté-
júekhez tartozó csaliféreg a tenger litorális régióit népesíti be; 2 – véletlenszerű, például
vegyes erdő; 3 – csoportos (foltos), például halrajok létrejötté

A populáció egyedeinek eloszlása határozza meg a fajon belüli versengés szint-
jét és fajon belüli kapcsolatok valószínűségét (ettől függ a szaporodás hatékony-
sága).

Az állati populációk területhasználati jellegének függvényében megkülön-
bözöttünk rezidens, nomád és vándorló



(vonuló) fajokat (30.2. ábra). A **rezidens fajok** populációi (*hosszabb ideig élnek egy területen. A nomád fajok* viszonylag csekély mértékben vándorolnak táplálékkeresés szaporodás, áttelelés közben. (*Hosszabb ideig élnek egy területen. A vándorló (vonuló) fajok* populációi törvényszerűen változtatják élőhelyüket, amelyek térbelileg jelentősen elkülönültek. A vonulást, akárcsak a nomád vándorlást, gyakran a feltételek szezonális változásai váltják ki, és általában meghatározott útvonalon történik.

A populációk korstruktúráját a különböző korcsoportok egyedszámának aránya határozza meg. Az amerikai öko-



30. 2. ábra. Az állatok vonulása és nomád vándorlása: 1 – a közönséges daru őszi vonulásának útvonalai; 2 – a madarak tavaszi és őszi vonulása többé-kevésbé állandó útvonalon zajlik; 2 – nomád vándorlás előtt a farkasok falkába verődnek; madarak vándorlásával ellentétben a farkasok nem állandó útvonalakon közlekednek, hanem a környezeti feltételektől függően (például táplálék hiány esetén)

lógus A. Bodenheimer három fő élettani periódust különít el a populáció egyedei között: prereproduktív, reproduktív és posztreproduktív. Ezek hossza változó lehet: például az egynyári növények, sok rovar és atka faj képes szaporodni már élete első évében. Velük ellentétben a fásszárú növények és a nagytestű gerincesek később válnak ivaréretté: például az erdei fenyő 12–14 éves korában kezd szaporodni, a viza 12–18 évesen.

Általában a populációkban kedvező körülmények között megtalálhatóak az összes korcsoport képviselői. Ez biztosítja a normális egyedszámot és populációsűrűséget. Ha az arány felborul, és a prereproduktív, illetve reproduktív egyedek száma lecsökken, akkor bekövetkezhet a populáció degradációja.

Ha az egyedek ivarérettsége későn áll be és a reprodukció képessége alacsony (cetek, tokhal, pisztráng, libanoni cédrus, szibériai jegenyefenyő, ginzeng, kosbor), akkor az ember általi intenzív felhasználásuk szintén degradációt okozhat. Az ilyen populációk a legérzékenyebbek a fiatal és ivarérett egyedek veszteségére.

A populáció ivararányát a különböző nemekhez tartozó egyedek aránya határozza meg (1:1; 1:2, stb.). Elméletileg a váltivarú fajok populációiban az ivararány 1:1 kéne legyen (30. 3. ábra). Ugyanakkor, a különböző nemek képviselőinek eltérő életképessége miatt, az arány bármelyik irányba eltolódhat.

♀ / ♂	X	Y
X	XX	XY
X	XX	XY

30. 3. ábra. Az olyan populációban, amelyikben az ivar a megtermékenyítés pillanatában eldől, a nőstények és a hímek aránya a hasadás törvényének értelmében 1:1 kellene legyen

Emlékezzünk: A hímek és a nőstények differenciált halálzásának fő oka – a genomjuk sajátosságai. Általában kevésbé életképesek heterogaméta nem képviselői, mivel fenotípusukban gyakrabban jelenik meg az ivari kromoszómákban letális és féletális recesszív allél.

A magas populációsűrűség biztosítja a gyors szaporodást, míg az alacsony populáció-sűrűség esetén az ellenkező neműek nehezen találhatnak egymásra. Például, a kék bálnák nagyfokú vadászata olyan mértéket öltött, hogy a faj populációit csak nagyon apró csapatok képviselik. Olyan helyzet állt elő, hogy a hímek és a nőstények nehezen találhatnak egymásra. Ennek következtében megfigyelhető a vemhes nőstények számának stabil csökkenése. A nagyon alacsony populáció-sűrűség sok gerinces állatfajban kiváltja a párosodásra való kényszer hiányát.

Kulcsszavak és fogalmak

rezidens, nomád és vándorló populációk.

Ellenőrizték a megszerzett tudást!



1. Mi határozza meg a populáció térbeli eloszlását? Milyen lehet? 2. Milyen típusú lehet az állatok populációja területhasználati jelleg szerint? 3. Mi a populáció korstruktúrája? 4. Mi határozza meg a populációk ivararányát?

Gondolkodjatok el rajta!



Mi a biológiai lényege az ivari dimorfizmus jelenségének?

31. §. A POPULÁCIÓ STRUKTÚRÁJÁNAK SAJÁTOSÁGAI: ETOLÓGIAI, GENETIKAI

Emlékezzetek, a populációk milyen struktúráit ismeritek!? Mi a genom, a genotípus, a génkészlet? Milyen folyamatok tartoznak mikroevolúcióhoz? Milyen változékonyságot nevezünk kombinatívnak?

Az állatok populációinak etológiai struktúrája – az egyedek közötti kapcsolatok rendszere, amely megjelenik viselkedésükben. *Emlékezzünk*: az **etológia** (gör.: *ethos* – viselkedési szabály, szokás, norma) – az állati viselkedés biológiai alapjaival foglalkozó tudomány.

A különböző fajok egyedeire jellemző a magányos és a társas életmód. A **magányosan** élő fajok egyedei térben többé-kevésbé elkülönültek egymástól, csoportokba csak a szaporodási időszakban verődnek (fajd, tőkésréce). A **társas életmód** kapcsolatban áll az állandó csoportok létrejöttével: családok, kolóniák, rajok, falkák stb. Az egyedek viszonylag csekély számú populáción belüli, behatárolt területen élő csoportjait **démek**-nek nevezzük. A populációtól eltérően a dém csak rövid ideig létezik (általában néhány generáción keresztül).

Családi életmód megerősíti a kapcsolatokat a szülők és az utódok között. A **családi csoport** – egyedek csoportja, amelyekben a szülők együtt élnek az utódokkal, és törődnek velük (például a tigriskölykök 2–3 évig együtt maradnak az anyjukkal; 31. 1., 1. ábra). Sajátságos családtípusok a falka – 6–12 (ritkán 20) egyedülálló tartós csoport az oroszlánoknál. Általában egy nagy hím és néhány nőstény a kölykeivel alkotja (31. 1., 2. ábra). Sajátságos példa rokoni csoportokra az euszociális rovarok (termeszek, hangyák, méhek, poszméhek, darazsak; 35. 1., 3. ábra). Ezeknél a rovaroknál több generáció él együtt, amelyek felépítésben és funkciókban eltérnek egymástól kasztokat hozva létre.

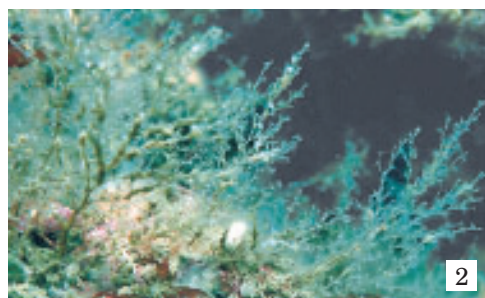
Állatkolóniák – egy faj együtt élő egyedeinek csoportosulása (partifecske, üreginyúl, mormota, egyes kaparódarazsak) (31. 2., 1. ábra). A kolóniák lehetnek többé-kevésbé állandóak vagy csak bizonyos ideig tartanak, például a szaporodási időszakban. Az állatok kolóniája létrejöhet bimbózás következtében is (a szivacsok, csalánozók – 31. 2., 2. ábra).

Raj, csapat – állatok ideiglenes mozgó csoportja, amely közös vándorlás, táplálékkeresés közben jön létre (sáskák, halak, verebek). A populációk rajrendszerek formájában való létezése megkönnyíti a faj fennmaradását: véd a ragadozók-



31. 1. ábra. Az állatok társas életmódja:

1 – tigriscsalád: az anya és az utódai; 2 – oroszlán falka; 3 – méhcsalád
(*Feladat*: idézzétek fel a méhek kasztjait és ivarait!)



31. 2. ábra. Állatkolóniák: 1 – partifecske; 2 – a tengeri hidraállatok Obelia neméhez tartozó faj kolóniája, amely bimbózás révén jön létre: eközben az új egyedek megtartják a kapcsolatot a kolónia más tagjaival

tól, segíti a táplálékszerzést, a vándorlást. A rajban gyakran vannak vezetők, vezérek – a legtapasztaltabb egyedek, melyek rendelkeznek személyes tapasztalattal a megfelelő helyválasztásban, a védelem és a vándorlás terén (31. 3. ábra).

Nyájak, csordák, ménesek – az állatok tartósabb csoportosulása, mint a raj (például a vadlovaknál). Az ilyen csoportban lehetnek családok vagy korcsoportok, amelyekben szorosabb kapcsolatok jönnek létre az egyedek között, mint más hasonló csoportokban. Általában az ilyen csoportoknak van vezetője, amely viselkedésével meghatározza a csoport mozgását, reakcióit a vészhelyzetekben, a legelők és a pihenőhelyek felkeresését.



31. 3. ábra. A farkasfalka vezére az agresszív viselkedésével megerősíti vezető státuszát

A populáció genetikai struktúrája. Már tudjátok, hogy egy faj minden egyede hasonló génkészlettel rendelkezik. Ugyanakkor egy faj különböző populációi eltérhetnek egymástól nemcsak a különböző allélgének gyakoriságában és kombinációiban (a homo - és heterozigóták arányban), de azok készletében is.

Egyetlen populáció sem tartalmazhat minden allélt és allél-kombinációt, amely a teljes fajra jellemző. Ezért egy faj különböző populációinak ezen mutatói mindig eltérnek, mivel a populáció a faj génállományának csak egy részét hordozza, ezért a populációt nemcsak a faj strukturális funkcionális, de genetikai alapegységnek is tekinthetjük.

Emlékezzünk: egy populáció vagy faj génjeinek és alléljainak összességét **génállománynak** nevezzük. A populációk génállományának változásait kiválthatja: mutációs folyamat, a szabad kereszteződés hiánya vagy behatároltsága (izoláció), a genetikai sodródás, a különböző allél kombinációkkal rendelkező egyedek populációról populációra való intenzív vándorlása, az egyedszám változás (a populációs hullámok) stb.

A populáció génállományát a különböző tényezők hatása alakítja annak létezése óta. Ha a jellegállapotok kedvezőek vagy semlegesek, az őket hordozó egyedeknek több esélye van a túlélésre és az utódok létrehozására. Ez biztosíthatja idővel ezen jellegállapotok koncentrációjának növekedését. Ha az allélok káro-

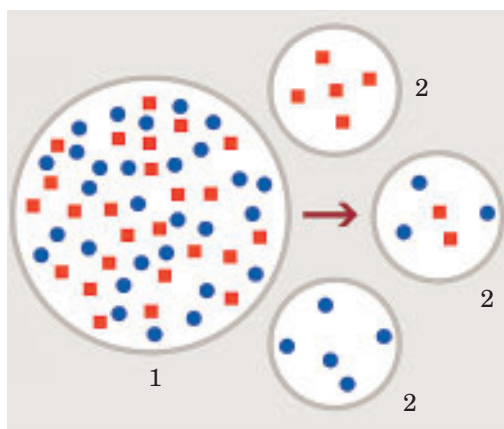
sak (letálisak és szubletálisak), akkor megtörténik az ezeket hordozó egyedek **eliminációja** (lat.: *elimino* – kibeszél, kiküszöböl, kiprédikál). Heterozigóta állapotban az ilyen recesszív mutációk nem jelennek meg a fenotípusban, tehát nem hatnak az egyed életképességére.

Az ilyen mutációk a rendelkező heterozigóta egyedek kereszteződése következtében az ilyen allélok fokozatosan elterjedhetnek a populációban. Amikor bizonyos recesszív mutációk gyakorisága megnő, növekszik a hordozó egyedek egymás közötti kereszteződésének esélye is. Ilyen esetekben ezek a mutáns recesszív allélok megjelenhetnek homozigóta állapotban és így a fenotípusban.

Emlékezzünk: A populáció alkalmazkodó-képességét csökkentő mutációk jelenlétét a populáció génállományában *genetikai tehernek* nevezzük. A populáció genetikai struktúrájának változását kiválthatja *genetikai sodródás* is – az allélok gyakoriságának véletlenszerű és nem előrelátható változásai a populációban (új populáció megtelepedése esetén). Ez a jelenség legjobban a kisebb populációkban figyelhető meg. Minél nagyobb a populáció egyedszáma, annál kisebb a jelentősége a genetikai sodródásnak az allél-koncentrációk és azok kombinációinak változásaiban.

A *genetikai sodródás* – új populáció létrejöttének folyamata kevés egyedből. Ezt a folyamatot az amerikai biológus E. Mayr **alapító-elvnek (founder effektusnak)** nevezte. Az óceáni szigeteken élő sok faj populációja, amelyek bár ma már több száz és több ezer egyedből állnak, a szigetekre került kevés egyedtől származik. Az új populációt alapító egyedek alléljainak és azok kombinációinak koncentrációja jelentősen eltérhet az őseik populációinak allél-koncentrációjától (31. 4. ábra). Vagyis az ilyen szigeteken élő populáció génállománya szegényesebbé vált a kontinensen élő populációkhoz képest.

A populáció genetikai struktúrájára hatást gyakorolhatnak az izoláció különböző formái. Amíg egy faj különböző populációi között génáramlás zajlik, addig



31. 4. ábra. Az alapító-elv (founder effektus) sémája: 1 – kiindulási populáció; 2 – utód populációk (*Feladat:* a tanár segítségével magyarázzátok meg az ábrát!)

génállományuk többé-kevésbé hasonló. Egyszerűen az areán belül az izoláció különböző formái jönnek létre, az izolált populációk génállománya egymástól függetlenül változhat. Minél több egy faj izolált populációinak száma, annál gazdagabb a génállománya. Azt a jelenséget, amikor lehetetlenné válik a kiáramlás egy faj egyedei között – **genetikai izolációnak** nevezzük.

Az izolált populációk egymástól függetlenül alkalmazkodnak a környezeti feltételekhez. Ezért egy faj populációira jellemző lehet a **genetikai polimorfizmus** – egy adott területen kettő vagy több fajon belüli, génállományában eltérő forma együtlése.

Jegyezzétek meg! _____

Minden faj unikális génállománnyal rendelkezik. Ezért az ember előtt álló egyik legfontosabb feladat a természetes populációk génállományának védelme.

Kulcsszavak és fogalmak

démek, falka, raj, csapat, nyáj, csorda, ménes, génállomány, elimináció, genetikai izoláció, alapító-elv.

Ellenőriztétek a megszerzett tudást!



1. Mivel jellemezhető a populáció etológiai struktúrája? 2. Mi a dém? Hozzatok fel példákat! 3. Mivel jellemezhető az euszociális rovarok csoportja? 4. Mit nevezünk kolóniának? Hozzatok fel példákat! 5. Jellemezzétek a populációk genetikai struktúráját! 6. Milyen tényezők hatnak a populációk génállományára?

Gondolkodjatok el rajta!



Milyen haszna van a populáción belüli csoportosulásnak – a démnek – a túlélés szempontjából?

Kreatív feladat.



Hasonlítsátok össze az oroszlanok falkáját a tigrisek családjával! Mi a közös és az eltérő ezen fajok populációin belüli csoportosulásaiban?

32. §. A POPULÁCIÓ EGYEDSZÁMA ÉS SZABÁLYOZÁSÁNAK MECHANIZMUSAI

Emlékezzetek, milyen mutatók jellemzik a különböző populációkat!? Milyen tényezőket nevezünk limitálóknak?

Populációs hullámok. Már tudjátok, hogy a populáció állapotát jellemző mutatók közé tartozik az egyedszám és a sűrűség. Általában ezek a mutatók kapcsolatban állnak egymással, mivel a populációk bizonyos területet (vagy térfogatot, a talajlakó vagy vízi élőlények esetében) foglalnak el. A populáció egyedszáma és sűrűsége még állandó körülmények között is periodikusan vagy nem periodikusan változik idővel a különböző tényezők hatására.



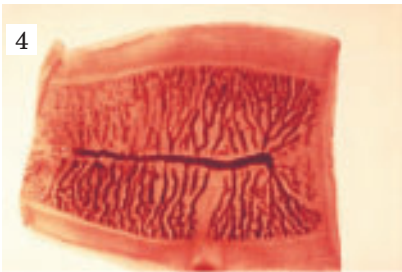
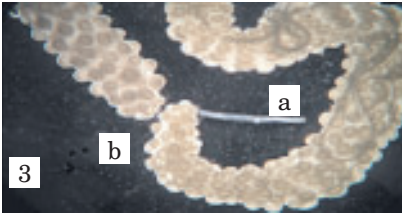
A populáció egyedszámának ingadozásait nevezzük **populációs hullámoknak**. A populációs hullámok lehetnek szezonálisak vagy nem szezonálisak. A *szezonális populációs hullámokat* az organizmusok életciklusának sajátosságai vagy a klimatikus tényezők évszakos változásai váltják ki. A *nem szezonális populációs hullámokat* különböző ökológiai tényezők váltják ki. Ezek lehetnek: klimatikus tényezők, a ragadozók vagy az élősködők intenzív hatása, az ember gazdasági tevékenysége. stb.

A populáció egyedszámának növekedése a **reproduktív potenciál** mértékétől függ. Ez a szülőök (vagy hermafroditák esetében egy egyed) által elméletileg maximálisan létrehozható utódok száma, amelyek egységnyi időn belül (hónap, év) jönnek a világra.

Jegyezzétek meg! _____

A reproduktív potenciál az adott faj szaporodóképességét jellemzi, amikor nem hatnak rá limitáló tényezők.

Mindent fajra jellemző a saját reproduktív potenciálja. Például, az utódaikat nem gondozó fajokra jellemző a nagyfokú termékenység. Így a holdhal egyszerre 300 millió ikrát rak. Ezzel szemben a tüskés pikó nőtényei a hímek által épített és védelmezett fészkekbe rakják 20–100 ikrájukat. A nagyfokú termékenységre klasz-



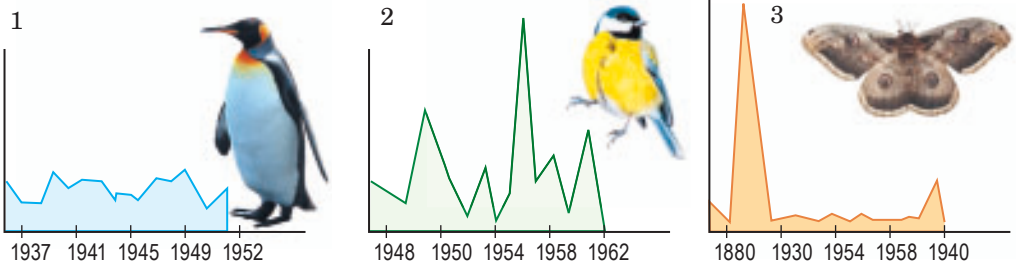
32. 1. ábra. Magas és alacsony reprodukív potenciállal rendelkező fajok: 1 – a tüskés pikó hímje (Ukrajnában is megtalálható) moszatokból fészket épít és védi azt, ebbe rakja a nőstény az ikráit; 2 – holdhalat termékenységet alapján rekordtartónak tartják a gerinces állatok között; nagy testmérettel rendelkeznek: hossza 3,1 m, magassága 4,26 m, testtömege 2235 kg; ikráit közvetlenül a vízbe rakja és nem gondozza utódait; 3 – a poszméhekben élősködő Spherularia fonálféreg; *a* – a nőstény teste; *b* – petékkal teli rész; 4 – a simafejű galandféreg érett ízét majdnem teljesen a peték töltik ki (közel 175000); egy év leforgása alatt ez az élősködő közel 1 800 000 petét hoz létre

szikus példa a poszméhekben élősködő Spherularia fonálféreg, amely nőstényeinek a külvilágba kieresztett, petékkal teli ivarszerve 15–20 ezerszer meghaladja a test többi részének térfogatát (32. 1. ábra).

A populációk egyedszám-változásának típusai. A populáció egyedszám változásának három fő típusa van (32. 2. ábra). A **stabil típus** jelentéktelen kilengésű és hosszú periódusú egyedszám-ingadozással jellemezhető (32. 2, 1. ábra). Ez olyan fajokra jellemző, amelyek rendelkeznek a populációjuk homeosztázisának fenntartására képes fejlett mechanizmusokkal, populáció sűrűségük viszonylag alacsony, viszonylag hosszú életűek egyedeik, összetett konstruktúrájúak, és többnyire gondoskodnak utódaikról (nagytestű halak, emlősök és madarak).

Fluktuáló (ingadozó) típus az apró gerincesekre és egyes gerinctelen állatokra jellemző. Ez ilyen típus esetében a populáció egyedszámának és sűrűségének maximális értékei 5–11 évente tapasztalhatóak. Három egymást követő fázisa van: maximum, az egyedszám csökkenése és növekedése.

(*Feladat:* találjátok meg ezeket a fázisokat a 32. 2, 2. ábrán!)



32. 2. ábra. Példák különböző típusú egyedszám változásra: 1 – stabil; 2 – fluktuáló; 3 – robbanásszerű

32. 3. ábra. Példák K- (1) és r-strategista (2) állatfajokra: 1 – szavannai elefánt – a ma élő szárazföldi állatok közül a legnagyobb (a nőstények átlagos testtömege 5 t, a hímeké 7 t (maximum 10,4)). Korábban az afrikai elefánt alfajának tekintették, ma már a tudományos közösség külön fajnak véli; a vemhesség ideje 20–22 hónap, szaporodási időszaka 2,5–9 évente van; a nőstény egy utódot hoz a világra (ritkán kettőt); 4 évig a kölyök az anyjára van utalva; ezenkívül több ivarérett nőstény is gondoskodik róla; minél többen gondoskodnak róluk, annál több az esélye a kölyköknek a túlélésre; 2 – pirókegér képes évente akár 5-ször is szaporodni (általában 3 – 4-szer), egyszerre 3–7 utódot hoznak a világra



A **robbanásszerű típus** jellemző a labilis egyedszámú populációkra: az egyedszám jelentős csökkenését hirtelen többszáz-szoros növekedési periódus váltja fel. Az ilyen fajok egyedszám-változásában megkülönböztetünk egymást követő fázisokat: maximum, megritkulás, csökkenés, megújulás és növekedés. (*Feladat:* találjátok meg ezeket a fázisokat a 32. 2, 3. ábrán!)

Az amerikai ökológusok **Robert Helmer MacArthur** (1930–1972) és **Edward Osborne Wilson** (1928–) alkották meg a K- és r-stratégia kifejezéseket (32. 3. ábra). A K-stratégia általában hosszú életű, nagytestű és utódaikról gondoskodó fajokra jellemző. Az ilyen fajok utódainak száma többnyire kevés, de jelentős részük életben marad. Ezzel ellentétben az **r-stratégia** főként kis testméretű és rövid ideig élő fajokra jellemző. Az ilyen fajok gyakran változékony létfeltételek mellett élnek; sok utódjuk van, ugyanakkor általában jelentős részük elpusztul, még mielőtt elérné szaporodóképes életkort.

A **populációs hullámok biológiai jelentősége**. A populációs hullámok alapvető evolúciós folyamatok, amelyek hatást gyakorolhatnak a populációk génállományára. Ezenkívül, a populáció egyedeinek tömeges szaporodása vagy tömeges pusztulása kiválthatja az area kiszélesedését vagy szűkülését. Ilyenkor fontos szerepe van a faj areájának határain élő populációknak. Ha a tömeges elszaporodás következtében ezekből a populációkból az egyedek kedvező körülmények közé jutnak, akkor az aera jelentős mértékben kiszélesedhet.

A **populáció egyedszámának szabályozása**. Elméletileg létezik az élőhely feltételeinek megfelelő optimális populációsűrűség, amikor a natalitás és a mortalitás kiegyensúlyozott. A populáció ilyen egyensúlyi állapota megfelel a környezet kapacitása (teherbírása) fogalmának.

Jegyezzétek meg! _____

A **környezet kapacitása (teherbírása)** – a környezet azon képessége, hogy biztosítja a populáció bizonyos számú egyedeinek normális életműködését a környezet észrevehető károsodása nélkül. Ehhez egyensúlyban kell legyen a források fogyasztása és a források megújulása.

Amint a populáció-sűrűség megváltozik valamelyik irányba, beindulnak az önszabályozó folyamatok. A szabályozó tényezők lehetnek fajon belüli és fajok közötti kapcsolatok. A populáció homeosztázisának fenntartását szolgáló sokféle mechanizmust három funkcionális kategóriába sorolhatjuk:

- a populáció térbeli eloszlása adaptív jellegének fenntartása;
- a populációk genetikai struktúrája sokféleségének fenntartása;
- populációsűrűség szabályozása.

Jó tudni 

A populációk önszabályozásának koncepciója szerint bármelyik populáció képes szabályozni saját egyedszámát és sűrűségét úgy, hogy közben nem károsítja az élőhelye forrásainak megújulását, a külső tényezők beavatkozása nélkül (például a ragadozók vagy a kedvezőtlen klíma).

A populáció-sűrűség növekedésével nemcsak a külső környezet minősége változik, de a populációkat alkotó egyedek tulajdonságai is. Így csökken a termékenység; lelassul az ivarérés folyamata; nő a mortalitás (mint a stresszhelyzetek és a tömeges megbetegedések közvetlen következménye); az állatok viselkedésének változása – ún. **stressz viselkedés**.

A szociális életmódú állatfajok önszabályozása megtörténhet az **társas viselkedés** következtében. Például, csak a rangsorban magasabb rangú helyet elfoglaló egyedek szaporodnak az euszociális rovaroknál (méhek, poszméhek, hangyák) a herék és egyes nőtények – a királynők.

A populáció egyedszámának és sűrűségének egyik szabályozó mechanizmusa az állatok **territorialitása**. Ez megakadályozza az élőhely forrásainak túlzott kimerítését. Territoriális viselkedés miatt kialakulnak a territóriumok védelmi módjai: különböző hangjelek, szagjelzések, fenyegető pózok, a növényeknél – különböző kémiai anyagok, amelyek a növekedés és a fejlődés során termelődnek, majd a talajba vagy a levegőbe jutnak (például fitoncidok).

A túlnépesedés elkerülését az **áttelepülés** váltja ki: a populáció-sűrűség bizonyos kritikus mértékének túllépésekor az egyedek egy része elvándorol szabad területekre, vagy alacsonyabb populációsűrűségű populációba. Az egyedek vándorlása következtében csökken a rokonok közötti kereszteződés veszélye, ami negatívan hatna az utódok életképességére. **Emlékezzetek:** minél változatosabb a populáció génállománya, annál nagyobb az adaptív potenciálja.

A helytülő vagy szedimentális életmódot folytató növények és állatok populációiban az önszabályozás folyamatait kiválthatja az **önritkítás**. (**Hozzatok fel példákat** önritkításra a növényeknél!) A mikroorganizmusok populációiban a sejtek egyedszámát és sűrűségét szabályozhatja a szaporodásuk gátlása az anyagcsere végtermékek külső környezetbe való kijutása révén (például az élesztő etilalkoholt termel).

Kulcsszavak és fogalmak

populációs hullámok, reprodukív potenciál, K- és r-stratégia, a környezet terhelhetősége.

Ellenőrizték a megszerzett tudást!



1. Mik azok a populációs hullámok? 2. Milyen tényezők képesek hatni a populáció egyedszámára? 3. Mivel jellemezhető a reprodukív potenciál? 4. Nevezzétek meg a populáció egyedszám-változásának típusait! Jellemezzétek azokat! 5. Nevezzétek meg a populáció egyedszámát szabályozó mechanizmusokat! 6. Mi a környezet terhelhetősége? 7. Mi a populációk önszabályozási koncepciójának lényege?

Gondolkozzatok el rajta!



1. Melyik populáció egyedszám-változás típus (stabil, fluktuáló, robbanásszerű) gyakorolhat leginkább hatást a génállományra? 2. Milyen folyamatok biztosíthatják a növényeknél a génáramlást úgy, mint az állatok egyedeinek vándorlása?

33. §. A BIOGEOCÖNÓZIS ÉS STRUKTÚRÁJA

Emlékezzetek, mi a populáció, a koevolúció!? Milyen kapcsolatokat nevezünk trofikusnak? Mivel táplálkoznak az autotróf és a heterotróf organizmusok? Az organizmusok milyen életformái ismertek?

A biogeocönózis mint az élő anyag szerveződésének sajátos szintje. Már tudjátok, hogy sok mikroorganizmus, gomba, növény és állatfaj populációi nem külön-külön élnek, hanem egymással kölcsönhatásban, egységes funkcionális komplexet – biocönózist – alkotva. Minden faj más fajokkal való kapcsolata miatt képes populációk formájában létezni.

A biocönózis – az idők során kialakult, a homogén feltételek mellett térben együtt előforduló, egymással kölcsönhatásban lévő, különböző fajok együttese. A „biocönózis” kifejezést 1877-ben a német tudós **Karl August Möbius** (1825–1908) javasolta, ő volt az ökológia egyik alapítója.

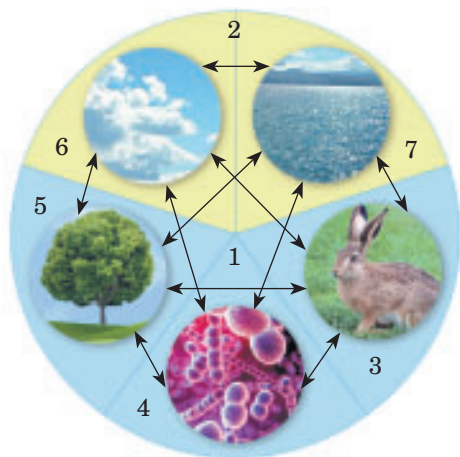
Az ökoszisztémákat alkotó különböző fajok populációi szoros kapcsolatban állnak egymással és a környezet feltételeivel (33. 1. ábra). Ezek a populációk a környezettől megkapják az élettevékenységük biztosításához szükséges anyagokat, és az anyagcsere végtermékeiket visszajuttatják a környezetbe.

Az ökoszisztéma – különböző fajok együttese, amelyek kölcsönhatásban vannak egymással és a fizikai környezettel oly módon, hogy az ilyen biológiai rendszerben energia- és anyag-körforgás jön létre, ami a rendszert egységes egészzé fogja össze. *Emlékezzetek: az anyag-körforgás –*

az ökoszisztéma abiotikus (élettelen) és biotikus (élő) részei között zajló anyagcsere. *(Feladat: találjátok meg a 33. 1. ábrán!)*

Az „ökoszisztéma” kifejezést 1935-ben javasolta az angol tudós, az első ökológusok egyike **Arthur Tansley** (1871–1955). 1942-ben a növénytársulások szakértője **Vlagyimir Nikolajevics Szukacsov**

33. 1. ábra. Az ökoszisztémák struktúrája: 1 – biocönózis; 2 – ökotóp; 3 – állatok; 4 – mikroorganizmusok; 5 – növényzet; 6 – atmoszféra; 7 – talaj, víz *(Feladat: elemezték a felhozott sémát, és magyarázatok meg, milyen alkotók állnak kapcsolatban egymással!)*





33. 2. ábra. A biogeocönózis / ökoszisztéma struktúrája

(1880–1967, a Harkov megyei Olekszandrivkán született) javasolta a „biogeocönózis” kifejezést. Elképzelése szerint a **biogeocönózis** – olyan **ökoszisztéma**, amely bizonyos homogén részt foglal el. Így V. Szukacsov elindította az ökológiai vizsgálatok új irányzatát – a *biogeocönológiát*, ami a biogeocönózisok struktúráját és működését vizsgálja.

Az ökoszisztéma alapját képezik a fotoszintetizáló organizmusok (főként a zöld növények), amelyek bizonyos növénytársulásokat – **fitocönózisokat** – hoznak létre. A biogeocönózis által elfoglalt része a környezetnek a **biotóp** (gör.: *bios* – élet és *topos* – hely) nevet kapta. Az ökoszisztéma által elfoglalt része a környezetnek az **ökotóp** (33. 2. ábra).

Jegyezzétek meg!

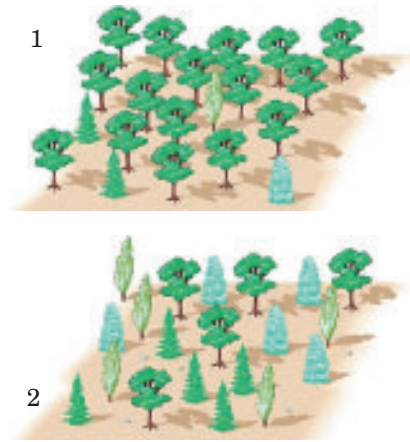
Az „ökoszisztéma” és a „biogeocönózis” fogalma hasonló, de nem azonos. A biogeocönózis az ökoszisztémától eltérően sokkal konkrétabb területi fogalom, mivel a létfeltételek homogén behatárolt részét foglalja el, amelyen a fitocönózisok kialakulnak. Az ökoszisztéma kifejezés a különböző egymással kölcsönhatásban álló fajok bármely összességére vonatkozik, amelyek nem feltétlenül a létfeltételek homogén részét foglalják el.

A biogeocönózis struktúrája. A biogeocönózis abiotikus részéhez tartoznak: a *szervetlen vegyületek* (szén-dioxid, oxigén, nitrogén, víz, kénhidrogén), amelyek részei az anyagok biogén vándorlásának (élő szervezetek általi); a *szerves vegyületek* (az organizmusok maradványai vagy anyagcsere végtermékei), amelyek összekapcsolják a biogeocönózis biotikus és abiotikus részeit; a *klíma* (éves átlagos hőmérséklet, páratartalom), ami meghatározza az organizmusok létfeltételeit.

A biogeocönózis biotikus részét alkotják a különböző ökológiai csoportokhoz tartozó organizmusok, amelyek populációi kapcsolatban állnak egymással különböző módon. Ezek főként a **producensek** (lat.: *producens* – termelő) – az autotróf prokarióták, a moszatok, a magasabbrendű növények; a **konzumensek** (lat.: *consumo* – fogyaszt, felhasznál, elfecsérel) – a növényevők, a ragadozók, az élősködők, a szaprotrófok, a szimbiotrófok); a **reducensek** (lat.: *reducens* – visszavezető, visszahozó) – a baktériumok, a gombák, egyes állatok. A reducensek kötik össze a biogeocönózisok abiotikus és biotikus részeit, biztosítva a stabil anyagkörforgást.

Minden biogeocönózis jellemezhető bizonyos faji, térbeli, ökológiai struktúrával. A **faji struktúrát** a fajok sokfélesége, populációik egyedszáma és sűrűsége határozza meg. A *fajok sokfélesége* (a *biodiverzitás*) nemcsak az adott biogeocönózist alkotó fajok számával fejezhető ki, de az egyedek mennyiségi eloszlásával a különböző fajok között. Például, a kis fajgazdagságú biogeocönózisokban gyak-

33. 3. ábra. Biogeocönózis egy faj nagyfokú dominanciájával (1), és biogeocönózis, amelyben nem dominálnak egyes fajok (2) (*Feladat: a tanár segítségével dolgozzatok ki hipotéziseket arra vonatkozóan, hogy mi lehet az oka egyes fajok dominanciájának a biogeocönózis!*)



ran találkozhatunk egy faj dominanciájával, míg a nagy fajgazdagságú biogeocönózisokban általában nem (33. 3. ábra). A biogeocönózis *faji telítettsége* – egységnyi területre vagy térfogatra eső fajok száma.

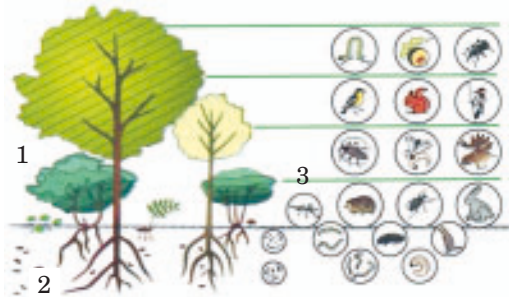
● A német ökológus **August Friedrich Thienemann** (1882–1960) megfogalmazta a biogeocönótikus szabályokat, amelyek a biogeocönózisok faji sokféleségét magyarázzák. A **diverzitás szabály (Thienemann I. törvénye)** szerint: *minél változatosabbak valamely biotóp létfeltételei, annál változatosabb a faji sokfélesége.* Az **eltérés szabály (Thienemann II. törvénye)** szerint: *minél jobban eltérnek a létfeltételek az optimálistól, annál szegényebb lesz a biogeocönózis faji összetétele.*

Másik fontos jellemző a **biogeocönózis biomasszája**. A különböző fajok egyedeinek össz tömege egységnyi területre vagy térfogatra vetítve. Minden biogeocönózis jellemezhető bizonyos **produktivitással** – egységnyi idő alatt keletkező biomasszával.

A **térbeli struktúrát a szintezettség** határozza meg. Megkülönböztetünk függőleges és vízszintes szintezettséget. Mindegyik szintnek megvan a saját létfeltétele (fényviszonya, páratartalma, hőmérséklete) és specifikus faji összetétele. Ezért az egyes szintek organizmusai hasonló módon alkalmazkodtak a feltételekhez. (*Hozzatok fel példákat, elemezzétek a 33. 4. ábrát!*)

A **biogeocönózis ökológiai struktúráját** a különböző ökológiai csoportokhoz (azok életformájához) tartozó populációk aránya határozza meg. A biogeocönózis összetétele a különböző fajok populációinak változatos kapcsolatai hozzák létre, amelyek képesek megélni bizonyos feltételek között.

A biogeocönózis kialakulásában és működésben fontos szerepe van az **edifikátor fajoknak** (lat.: *aedificator* – építő). Ezek főként bizonyos növényfajok, ritkábban állatfajok (például a tengeri ökoszisztémákban a korallpolipok). A szomszédos biogeocönózis közötti átmeneti zónákat **ökotonoknak** nevezzük. Az ökotonok struktúrájában egyesülnek a szomszédos biogeocönózisok alkotói. Ezért a szomszédos biogeocönózisok határán találkozhatunk az **ökoton hatással**: megnövekedett produktivitással és faji sokféleséggel.



33. 4. ábra. Az erdei biogeocönózis függőleges szintezettsége: a növények föld feletti (1) és föld alatti (2) szintezettsége; 3 – A növények határozzák meg az organizmusok (gombák, állatok, mikroorganizmusok) szintezett elhelyezkedését is

Kulcsszavak és fogalmak

ökoszisztéma, biocönózis, biogeocönózis, producensek, konzumensek, reducensek, a biogeocönózis függőleges színtezettsége, edifikátor fajok.

Ellenőrizték a megszerzett tudást!



1. Mi a közös és az eltérő az ökoszisztéma és a biogeocönózis fogalma között? 2. Jellemezzék a biogeocönózis struktúráját! 3. Milyen szerepe van a producenseknek, a konzumenseknek és a reducenseknek a biogeocönózisban? 4. Milyen mutatók alapján különíthetjük el egymástól a különböző biogeocönózisokat? 5. Milyen szerepe van az edifikátoroknak a biogeocönózis kialakulásában és működésében? 6. Mi az ökoton? Mi a lényege az ökoton hatásnak?

Gondolkodjatok el rajta!



Akkor, amikor V. M. Szucacsov javasolta a biogeocönózis kifejezést már létezett az ökoszisztéma fogalma. Miért volt szükséges mégis bevezetni a biogeocönózis terminust?

34. §. AZ ORGANIZMUSOK KÖLCSÖN KAPCSOLATA A BIOGEOCÖNÓZISBAN

Emlékezzetek, mi a szimbiózis és milyen formái vannak!? Mi az ökológiai niche? Milyen élőlények tartoznak az autotrófokhoz, a mixotrófokhoz és a heterotrófokhoz? A heterotróf táplálkozás milyen módjait ismeritek? Mi a táplálék-preferencia?

Az organizmusok közötti kapcsolattípusok a biogeocönózisban. A biogeocönózist alkotó valamennyi faj különböző módon áll kapcsolatban egymással. Az ismert zoológus és ökológus **Vlagyimir Nyikolajevics Beklemisev** (1890–1962) négy típusba sorolta (34. 1. táblázat).

34. 1. táblázat

AZ ORGANIZMUSOK KÖZÖTTI KAPCSOLATTÍPUSOK A BIOGEOCÖNÓZISBAN			
Kapcsolattípusok			
Trofikus	Topikus	Forikus	Fabrikus
Közvetlen elfogyasztása az organizmusoknak, maradványaiknak vagy végtermékeiknek	Egy organizmus által más számára létrehozott környezet	Az egyik organizmus szállítása a másik által	Egyes organizmusok által más organizmusok vagy maradványaik felhasználása bűvőhely készítésére

Különböző fajok populációi közötti közvetlen és közvetett kapcsolatok a biogeocönózisban. A **közvetlen kapcsolatok** esetén a különböző fajok populációi között közvetlen kapcsolatok vannak, például ragadozó – préda, parazita – gazdaszervezet, növények – növényevők. A **közvetett kapcsolatok** esetén az egyik populáció közvetve gyakorol hatást a másokra más fajok populációin keresztül. Így például, a növényevők egyedszámát szabályozó ragadozók hatást gyakorolnak a növényzetre is, amit a növényevők fogyasztanak. A növényevők által fogyasztott növények populációinak állapotától függ a növényevőket fogyasztó ragadozók populációinak állapota (34. 1. ábra).



Emlékezzetek: az **antagonista kapcsolatokban** (versengés, élősködés, ragadozás) az egymással kölcsönhatásban lévő egyik populáció negatív hatást gyakorol a másokra. (*Hozzatok fel példákat!*) A **mutualista kapcsolatokban** mindegyik egymással kölcsönhatásban lévő faj valamilyen előnyre tesz szert. (*Hozzatok fel példákat!*)

● Az ismert ökológus **Georgij Franzovics Gause** (1910–1986) fogalmazta meg a **konkurens kizárásának elvét**: két faj nem létezhet stabilan egy behatárolt térben, ha mindkét faj egyedszámát behatárolja egy bizonyos életfontosságú forrás.



34. 1. ábra. Példák közvetlen (1) és közvetett (2) különböző fajok populációi közötti kapcsolatokra a biogeocönózisokban (*Feladat:* Magyarázatok meg, hogyan hathatnak az ábrán látható fajok populációi más fajok egyedszámára!)

A versengő fajok közül az egyik mindig fölényben van, minek következtében a kevésbé versenyképes faj kiszorul a biogeocönózisból, vagy meg kell váltoozzanak az ökológiai igényei. A versengő egyedek nem feltétlenül lépnek kapcsolatba egymással közvetlenül, de reagálnak a vetélytársak miatt csökkenő környezeti források megcsappanására (például, a farkasok prédáinak csökkenése más ragadozók miatt), de reagálnak a vetélytársak miatt csökkenő környezeti források megcsappanására.



Jó tudni

Egyes organizmusok (növények, gombák, állatok, mikroorganizmusok) másokra gyakorolt negatív hatásának jelenségét (azok növekedésére, fejlődésére, szaporodására) biológiailag aktív anyagok kiválasztása által az **allelopátia** (gör.: *allélón* – kölcsönösen és *pathos* – szenvedés) nevet viseli. A növények biológiailag aktív anyagok segítségével gátolják más növényfajok növekedését, és bejuthatnak olyan növénytársulásokba, ahol korábban nem nőttek. Ezért az embernek számításba kell vennie a különböző növényfajok közötti kapcsolatok jellegét, amikor egy területre kívánja vetni azokat, vagy termésforgót tervez.

Bármelyik biogeocönózis normális működésének legfontosabb feltételei a **trofikus kapcsolatok**. A 35. 2. ábrán láthatóak a heterotróf táplálkozás fő formái.

HETEROTRÓF TÁPLÁLKOZÁS		
Ragadozás	Két állatfaj közötti kapcsolat (ritkábban növények és állatok, vagy gombák és állatok közötti kapcsolat), amelyben az egyik fél (a ragadozó) elfogja, elpusztítja és elfogyasztja a másikat (a prédát)	
Növényevés	Élő növényi szövetek állatok általi fogyasztása. A növényevő (fitofág) állatok és a növények közötti kapcsolatok bizonyos mértékben emlékeztet a ragadozó és préda kapcsolatra	
Élősködés	Az élősködők, akárcsak a ragadozók, a gazdaszervezet élő szöveteit fogyasztják, de ha el is pusztítják azt, akkor nem azonnal, mivel sok esetben a gazdaszervezet pusztulása kiváltja magának az élősködőnek a pusztulását is	

HETEROTRÓF TÁPLÁLKOZÁS

Szaprotrof táplálkozás	Halott szerves anyaggal való táplálkozás: organizmusok maradványaival, váladékaival	
Szimbiotrof táplálkozás	A különböző fajok mutualista kapcsolatba lépnek egymással, és tápanyagokat kapnak a szimbiotájuktól	

34. 2. ábra. A heterotróf táplálkozás fő formái (*Feladat:* Nevezzék meg az ábrán látható organizmusokat!)

Topikus kapcsolatok akkor jönnek létre, ha a fajok közvetlen trofikus kapcsolatban nem állnak egymással, de az egyik faj élettevékenysége következtében megváltoznak a másik számára a létfeltételek. Például, az egyik faj élőhelyet biztosít a másiknak. (*Emlékezzetek:* a kacslábú rákok megtelepedhetnek a puhatestűeken, a ceteken, a trópusi orchideák pedig a fák törzsén). Más példák a topikus kapcsolatokra: egyes atkák, az álskorpiók (34. 3. ábra), rovarok, soksertéjű gyűrűsféreg, rákok képesek megtelepedni más organizmusok menedékében, házában; a zuzmók megteremtik az előfeltételeit annak, hogy a magasabbrendű növények megtelepedhessenek az aljzaton, ahol előzőleg nem nőttek.



34. 3. ábra. Példa topikus kapcsolatra: a könyvskorpió (2 mm a testhossza) házakban, könyvtárakban, múzeumokban él, ahol apró ízeltlábúakkal táplálkozik, amelyek között vannak kártevők



Forikus kapcsolatok biztosítják egyes organizmusok elterjedését mások segítségével. (*Emlékezzetek:* a gyümölcsök, a magok, a pollenszemcsék, a növényi és a gombaspórák állatok általi terjesztését *zoochoriának* (gör.: *zoon* – állat és *khóreo* – terjeszkedés) nevezzük! A biogeocönózisban ezt a funkciót leggyakrabban a madarak és az emlősök látják el, ritkábban más állatcsoportok (például a rovarok). Az állatfajok más állatfajok által történő szállítását *forézisnek* vagy *vitetésnek* (gör.: *forésis* – hordozás) nevezzük. (*Emlékezzetek:* egyes atka és fonálféreg fajokat, amelyek ürülékekben vagy gerinces állatok tetemein élnek, elterjedhetnek ganajtűrő bogarak és temetőbogarak segítségével!) A gályatartó halak rátapadnak a különböző tengeri állatok testére: más halak, teknősök,

34. 4. ábra. Példák forikus kapcsolatokra: a gályatartóhalnál (Sügéralakúak rendje) az elülső mellúszók sajátos tapadókoronggá alakultak, amely segítségével megtapad a „szállító eszközön” – nagyobb halak, teknősök, cetek testén

34. 5. ábra. Példák fabrikus kapcsolatokra: tegzes lárva a tegzésében, amelyeket növényi maradványokból, apró csigaházakból készít



ctetek (34. 4. ábra). Érdekes, hogy az ilyen életmódot folytató halaknál eltűnt az úszóhólyag, mivel csak néhány faj képes szabadon élni (fehérhasú gályatartóhal).

A fabrikus kapcsolatok akkor jönnek létre, amikor egy faj egyedei más fajok maradványait, váladékait vagy egyedeit felhasználják építésre (34. 5. ábra).

Kulcsszavak és fogalmak

trofikus, topikus, forikus, fabrikus kapcsolatok, a konkurens kizárásának elve.

Ellenőrizték a megszerzett tudást!



1. A trofikus kapcsolatok milyen változatai jellemzőek a heterotróf szervezetekre? 2. Mit jelent a fajok közötti közvetlen és közvetett kapcsolat kifejezés? Hozzatok fel példákat! 3. Mi a lényege a konkurens kizárása elvének? Milyen ökológiai törvényszerűségeken alapszik? 4. Mi jellemző a topikus, a forikus és a fabrikus kapcsolatokra? Hozzatok fel példákat!

Gondolkodjatok el rajta!



Miért éppen a trofikus kapcsolatoknak van vezető szerepe az ökoszisztémákban?

35. §. ENERGIA-ÁTALAKULÁS A BIOGEOCÖNÓZISOKBAN

Emlékezzetek, miért nem lehetséges a biológiai rendszerek működése energia-átalakulás nélkül? A fizika szemszögéből mi az energia? Milyen mértékegységekkel mérik az energiát? Milyen organizmusokat nevezünk producenseknek, konzumenseknek és reducenseknek?

Energiaátalakulás a biogeocönózisokban. Az anyag- és energiaáramlás a biogeocönózisokban bizonyos törvényszerűségek szerint rendeződnek. **Először** is, az **anyagmegmaradás törvénye** alapján: a reakcióba lépett anyag tömege egyenlő kell legyen a kémiai reakció során keletkező anyag tömegével. **Másodszor**, az **energia-megmaradás törvénye** (a **termodinamika első törvénye**) szerint: az energia nem keletkezik és nem vész el, csupán átalakul egyik állapotból a másikba. A **termodinamika második törvénye** azt állítja, hogy amikor az energia átalakul egyik állapotából a másikba, egy része hő formájában szétszóródik, ennek következtében az energia ezen részét elveszti a rendszer.

Már tudjátok, hogy a biogeocönózisok akár csak az organizmusok *nyílt rendszere*k, amelyeknek szüksége van folyamatos kívülről bejutó anyagra és főként energiára (35. 1. ábra). Az energia fő forrása a napfény, amelyet a fototrófok befognak és az általuk szintetizált szerves vegyületek kémiai kötésének energiájává alakítják. A heterotróf organizmusok a számukra szükséges energiát szerves anyagok fermentatív lebontásából kapják. A Földre jutó napfény energiájának csak jelentéktelen része (közel 1 % - a) hasznosul a producensek által a többi része visszaverődik az űrbe vagy hő formájában szétszóródik.

Először a világszerte ismert tudós – **Kliment Arkadijovics Timirjavev** (1843–1920) hívta fel a figyelmet a bolygónk összes élőlényét energiával biztosító zöld növények vezető szerepére, megalapozta a **zöld növények** (és más fototróf organizmusok) **kozmosz szerepének** tézisét, mely létfontosságú a bioszfé-

ra működése szempontjából. A tézis értelmében a fototróf organizmusok befogva a napsugarakat, és átalakítva a fény energiát az általuk szintetizált vegyületek kémiai kötéseinek energiájává, biztosítják az élet létezését és fejlődését a Földön.

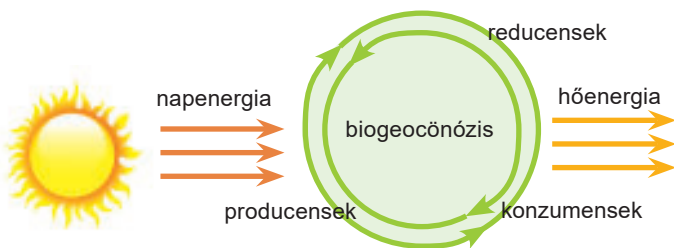
A zöld növényekkel táplálkozó organizmusok a testük felépítéséhez az elfogyasztott táplálék kémiai kötés energiájának csak csekély részét használják fel (10–20 %-át). A fennmaradó rész hő formájában szétszóródik, és az életfolyamatokra használódik fel. Ugyanez vonatkozik a ragadozókra, amikor elfogyasztják a növényevőket. Tehát, az energia átadás minden szakaszában egy része hő formájában szétszóródik, és csak jelentéktelen része alakul át a plasztikus anyagcsere során a kémiai vegyületek potenciális energiájává.

Táplálékláncok. *Emlékezzetek:* a fajok azon sorrendje, amikor az egyik faj egyedei, maradványai vagy anyagcsere-végtermékei szolgálnak más fajok táplálékként a **tápláléklánc (trofikus lánc)** nevet kapta. Vagyis, a tápláléklánc – különböző fajok sorrendje, amelyeken keresztül követhetjük az energia kezdeti dózisainak útját. Mivel az energiaátadás során az előző szintről a következőre való átjutáskor az energia egy része felhasználódik az életfolyamatokra, a tápláléklánc szintjeinek száma véges, és általában nem haladja meg a 4–5 láncszemet.

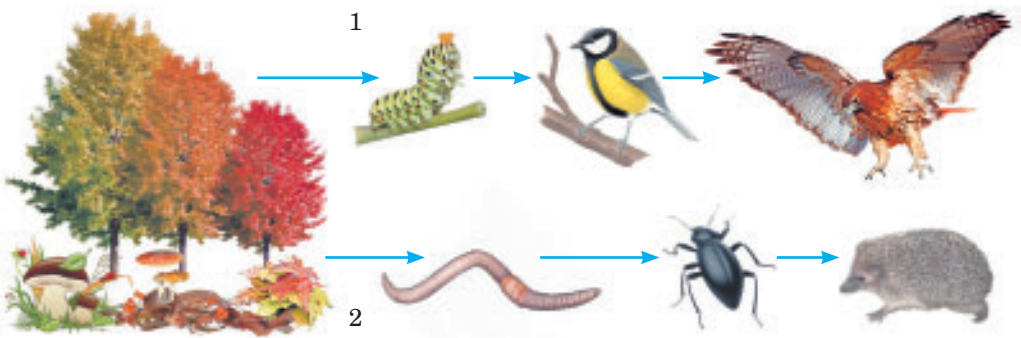
A biogeocönózisok tápláléklánca többnyire a producensekkel kezdődik (az autotróf organizmusokkal). A növényevő organizmusok a producensek után következő trofikus szint (*primer konzumensek*), a következő szint a ragadozóké, amelyek növényevő fajokat fogyasztanak el (*szekunder konzumensek*) stb. Ha a konzumensek széles táplálékspektrummal rendelkeznek, akkor több láncban is elfoglalhatnak különböző trofikus szinteket. Például, a dolmányos varjú táplálkozhat magvakkal (primer konzumens) vagy magevő madarak fiókáival (szekunder konzumens) vagy rovarvők madarakkal (tercier konzumens).

A konzumensek által elfogyasztott elpusztult producensek biomasszájának (például a lehullott levelek), illetve más organizmusok maradványainak vagy anyagcsere végtermékeinek (állatok tetemei és ürülékei) egy része a szaprofiták táplálékává válik. Közéjük tartoznak azok a reducensek is, amelyek képesek a szerves anyagokat lebontani szervesetlenekké. Tehát, a biogeocönózisokban a producensek szintjén a szerves vegyületek kémiai kötéseiben akkumulálódó energia a konzumensek és reducensek szervezetén halad át, hő formájában részlegesen szétszóródik minden trofikus szinten, megmarad a holt szerves anyagban, és lebomláskor teljes mértékben a biogeocönózis részévé válik (lásd: 35. 1. ábra).

A biogeocönózisokban a tápláléklánc két típusa jön létre. A **legelő típusú** táplálékláncok a producensekkel kezdődik, és fokozatosan továbbhalad a növényevő állatok (primer konzumensek) szintjén, majd a ragadozókon (szekunder konzumensek és ennél magasabb szinteken) keresztül végül a reducensekhez jut



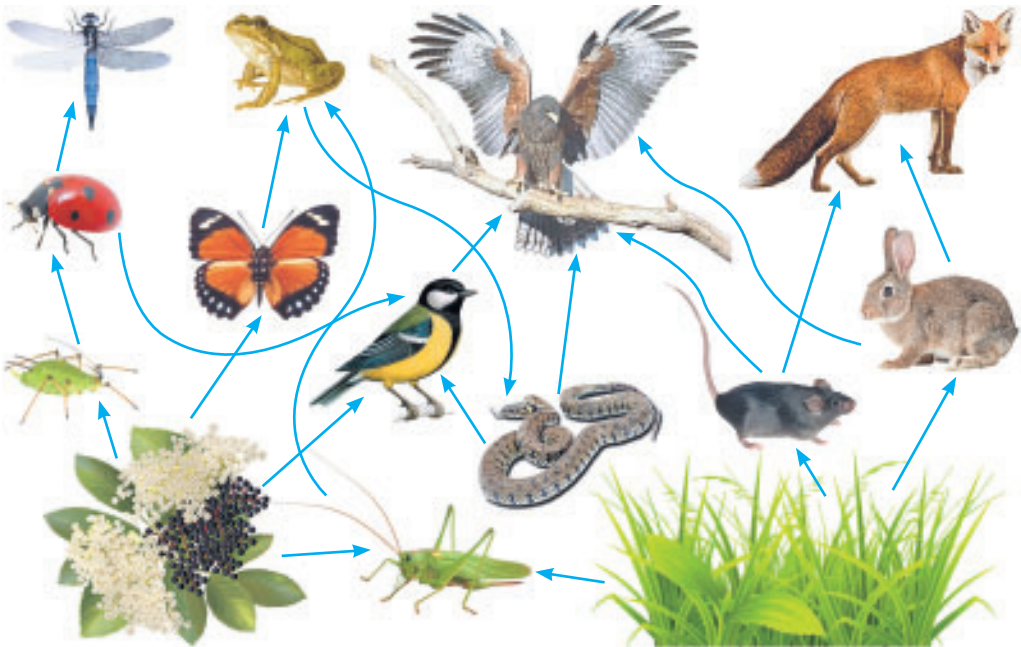
35. 1. ábra. A biogeocönózis, mint nyílt biológiai rendszer (*Feladat:* a tanár segítségével elemeztétek a sémát!)



35. 2. ábra. Tápláléklánc típusok: 1 – legelő típus; 2 – detrit típus (*Feladat:* elemezzétek az ábrán látható tápláléklánc struktúráját, és állapítsátok meg a fajok trofikus szintjeit; tegyetek saját javaslatot a legelő és detrit típusú táplálékláncokra!)

el. A detrit típusú tápláléklánc holt szerves anyaggal veszi kezdetét (élőlények maradványaival vagy anyagcsere végtermékeivel) és közvetlenül konzumensekkel (pontosabban a szaprofitákkal) végződik (35. 2. ábra).

Táplálékháló. Bármely biogeocönózisban a táplálékláncok nem önmagukban, egymástól függetlenül léteznek, hanem szorosan kapcsolódnak egymáshoz **táplálékhálót** hozva létre (35. 3. ábra). A biogeocönózis táplálékhálójának elágazottsági szintje a faji sokféleségtől függ. A táplálékháló elágazottsági szintjétől függ a háló stabilitása (*Gondolkozzatok el rajta, miért!*)



35. 3. ábra. A szárazföldi biogeocönózis táplálékhálója (*Feladat:* a tanár segítségével különítsétek el egymástól a táplálékláncokat és elemezzétek azokat; határozzatok meg az ábrán a különböző szintű konzumenseket; vázoljatok fel egy táplálékhálót!)

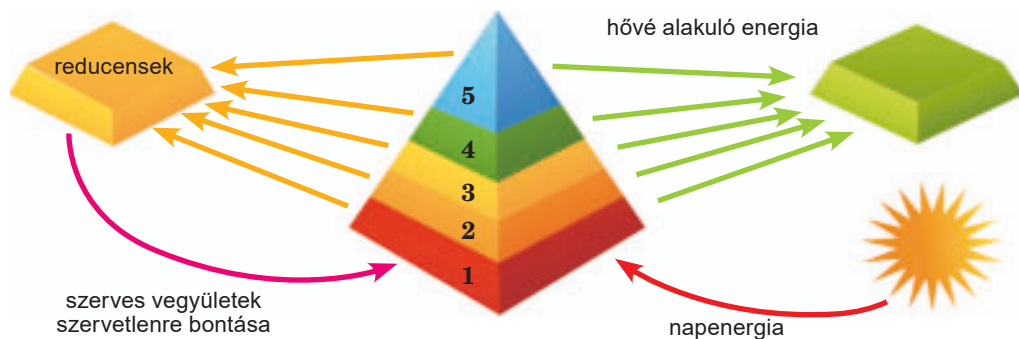
Ökológiai piramis szabály. Az ökológiai piramis fajtái. A tápláléklánc szintjei közötti energiaáramlás az organizmusok általi táplálék biomasszává való átalakítási effektivitásától függ, amely megfelelő mennyiségű energiát tartalmaz. Az ilyen effektivitást nevezzük a *tápláléklánc effektívitasának*. Ez a táplálékban lévő energia százalékos aránya, amelyet a konzumens felhasznál a saját biomasszája előállítására.

A biogeocönózis produktivitását tömeg- vagy energiaegységekben fejezik ki (amely adott időn belül képződött, és bizonyos területre vagy térfogatra fejezik ki; például: 1000 kg 100 m²-es területen egy év során). Megkülönböztetünk **elsődleges**, autotrófok által létrehozott, és **másodlagos** produktiót, amelyet heterotrófok állítanak elő. A producensek a szintetizált produktum jelentős részét (40–70 %-át) felhasználják a saját életfolyamataik biztosítására, és a maradékot, ami a **tiszta elsődleges produktió**, a növény a biomasszája növelésére használja fel egységnyi idő alatt. Ez az a tartalék, amit a konzumensek és a reducensek elfogyaszthatnak. Tehát, a heterotróf organizmusok a biogeocönózis tiszta elsődleges produktiójának jóvoltából léteznek.

A stabil biogeocönózisokban (például a trópusi esőerdőkben) a heterotróf organizmusok teljes mértékben felhasználják a tiszta, elsődleges produktiót. Ezért azok abszolút biomassza növekménye közelít a nullához. A labilis (nem stabil), csekély biodiverzitású biogeocönózisokban az elsődleges produktió nagyobb része nem válik a konzumensek és a reducensek táplálékává, és a biomassza (főként növényi maradványok formájában) növekménye nagy (például a tundra biogeocönózisai). Ez megteremti az előfeltételeit új fajok megtelepedésének a biogeocönózisban.

● **Az ökológiai piramis szabály** szerint: *minden megelőző trofikus szinten az egységnyi idő alatt az organizmusokban felhalmozódó biomassza és energia mennyisége jelentősen nagyobb, mint a következő szinteken*. Ezt különböző blokkokból álló piramis formájában ábrázolják. Ezen blokkok mindegyike a tápláléklánc megfelelő trofikus szintjén lévő organizmusok produktívitasának felel meg (35. 4. ábra).

Különböző típusú ökológiai piramisok vannak. A **biomassza piramis** illusztrálja a biomassza átadásának mennyiségi törvényszerűségeit egyik trofikus szintről a többire (az organizmusok produktívitasát eközben szárazanyag tömegegysé-



35. 4. ábra. Az ökológiai piramis-szabályt ábrázoló séma: a táplálékból nyert energia, amikor az egyik trofikus szintről a másikra jut, jelentős részben (90 %-a) felhasználódik, a kisebb hányada (10 %-a) tartalékolódik: 1 – producensek – 100 %; 2 – primer konzumensek – 1 %; 3 – szekunder konzumensek – 1 %; 4 – terciér konzumensek – 0,1 %; 5 – kvarcier konzumensek – 0,01 %.

gekben fejezik ki). Az **energia piramis** demonstrálja az energiaáramlás törvényszerűségeit egyik trofikus szintről a többire. Minden egyes blokkja a megfelelő trofikus szint által tartalmazott kémiai energia mennyiségnek felel meg az **egyed-szám piramis** bemutatja az egyedek arányát a tápláléklánc mindegyik trofikus szintjén. A biomassa és energia piramisokkal ellentétben, ennek az alapja lehet keskenyebb, mint a teteje (*Gondolkodjatok el rajta, miért!?*)

Kulcsszavak és fogalmak

tápláléklánc, a biogeocönózis táplálékhálója, ökológiai piramis szabály.

Ellenőrizték a megszerzett tudást!



1. Miért van szüksége a biogeocönózisoknak folyamatos kívülről származó energiára? 2. Mi a későbbi sorsa a producensek által hasznosított fényenergiának? 3. Hogyan jönnek létre a tápláléklánccok? 4. Mi határozza meg az organizmusok trofikus szintjét a táplálékláncban? 5. Milyen tápláléklánc típusokat ismertek? 6. Minek köszönhetően jön létre a táplálékháló? 7. Mit állít az ökológiai piramis szabály? Mi a biológiai alapja ennek a törvényszerűségnek? 8. Milyen típusú ökológiai piramisokat ismertek? Jellemezzétek azokat!

Gondolkodjatok el rajta!



1. Miért nem létezhetnek a biogeocönózisok producensek nélkül? Támasszátok alá a választ! 2. Miért függ a biogeocönózis stabilitása a táplálékháló elágazottsági fokától?

Kreatív feladat.



Rajzoljatok biomassa-piramist legelőtípusú tápláléklánccról (saját döntés alapján)!

36. §. A KÜLÖNBÖZŐ TÍPUSÚ ÖKOSZISZTÉMÁK PRODUKTIVITÁSA. AGROCÖNÓZISOK

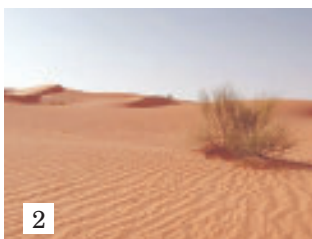
Emlékezzetek, mi az elsődleges és másodlagos produkció!? Milyen élőlények tartoznak a szaprofitákhoz? Milyen az extenzív és intenzív mezőgazdasági termelés? Mi a self?

A bolygónk biogeocönózisai eltérnek egymástól különböző mutatóikat tekintve: struktúrájukban, produktivitásukban, az anyag és az energiaáramlás mértékében és sebességében, az elsődlegesen és a másodlagosan képződött produkciók arányában, a szerves maradványok lebomlásának sebességében, biodiverzitásában stb.

A szárazföldi biocönózisok biomasszája és produktivitása. Legalacsonyabb a tundrai és a sivatagi biogeocönózisok produktivitása, legmagasabb a trópusi esőerdőké (36. 1. ábra. *Magyarázzátok meg, miért!*) Az antarktisi és mérsékelt régiók biogeocönózisában az alacsony téli hőmérséklet és a viszonylag rövid



1



2



3

36. 1. ábra. A szárazföldi biogeocönózisok típusai: 1 – trópusi erdő – példája a magas produktivitású önszabályzó, nagy biodiverzitással jellemezhető biogeocönózisoknak; példák az alacsony produktivitású biogeocönózisokra: Szahara-sivatag (2) és az arktiszi tundra (3) (*Gondolkodjatok el rajta, mivel magyarázható az ilyen típusú biogeocönózisok kis biodiverzitása!*)

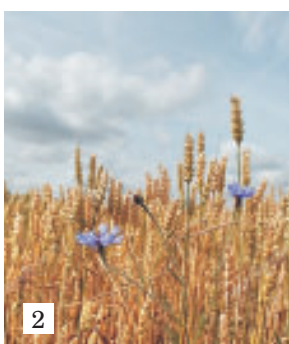
fotoperiódus negatívan hat a produktivitásra. A nedvesség hiánya behatárolja a száraz vidékek biogeocönózisainak produktivitását annak ellenére, hogy a hőmérséklet és a megvilágítás kedvező. Tehát, a szárazföldi biogeocönózisok produktivitása csökken a trópusoktól a mérsékeltövi régiókon keresztül, a hideg éghajlatú vidékekig. A mocsári biogeocönózisok köztes helyet foglalnak el a szárazföldi és a vízi biogeocönózisok között, gyakran nagy produktivitásúak.

A vízi biogeocönózisok produktivitása. A különböző tengeri biogeocönózisokat két típusra lehet osztani: partmenti és nyíltvízi. A világóceán biogeocönózisaira jellemző a viszonylag csekély produktivitás, amely néhányszor kisebb a szárazföldiekénél, a producensek biomasszája több ezerszer kisebb. Kiszámolták, hogy a nyílt óceán biogeocönózisainak produktivitása a mérsékelt övi erdei ökoszisztémák nem több, mint 10 %-a.

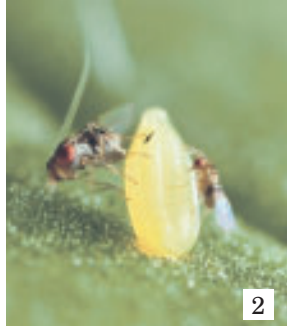
A vízi biogeocönózisok producensei főként moszatok. Ezek gyorsan hoznak létre biomasszát, köszönhetően gyors szaporodásuknak és nemzedékváltkozásuknak, de ezt a biomasszát gyorsan elfogyasztják a konzumensek. A tengeri biogeocönózisok biomasszáját főként a magasabb rendű konzumensek tárolják (halak, cetek, tengeri madarak), amelyek hosszabb élettartamúak és lassabb a nemzedékváltkozásuk. Az édesvízi biogeocönózisok (tavak, víztározók, mocsarak és folyók) produktivitása hasonló az analóg tengeriekéhez.

Agrocönózisok. Az ember mint konzumens a zöld növények által termelt tiszta elsődleges produktiótól függ. Ennek állandó elérhetősége érdekében mesterséges társulásokat – agrocönózisokat hoz létre (mezők, legelők, kertek – 36. 2, 1. ábra).

Agrocönózis (gör.: *agros* – mező és *koinos* – közös) – **fajokban szegény növényi, állati, gomba- és mikroorganizmus-társulások, amelyek az ember hoz létre mezőgazdasági termékek előállítására céljából.** A természetes biogeocönózisoktól az agrocönózisok eltérnek tulajdonságaikban és működésükben. Ezekben nincs anyagkörforgás, mivel a produkció jelentős részét termés formájában eltávolítják belőlük. A jelentéktelen faji sokféleség és a táplálékháló kismértékű elágazottsága váltja ki a gyenge ökológiai stabilitást. Az agrocönózisokból gyakorlatilag hiányzik az önszabályozás.



36. 2. ábra. Agrocönózisok – mesterséges biogeocönózisok (1); nem kellő odafigyelés következtében az agrocönózisokban vadfajok jelennek meg, amelyek fokozatosan kiszorítják a kultúrákat (2), vagy tömegesen elszaporodnak a kártevők (3 – káposztabolha – a káposztafélék veszélyes kártevője)



36. 3. ábra. A kártevők elleni harc biológiai módszerei: 1 – a katicabogarak természetes ellenségei a levéltetveknek (különböző növényi kultúrák kártevői); 2 – tojásfűrkész (Hártyásszárnyúak rendje) – olyan rovar, amelynek nőtényei a petéiket más rovarok (köztük a veszélyes kártevők) petéibe rakják; 3 – a gombák között vannak ragadozó fajok, amelyek képesek elkapni és megemészteni a kártevő fonálférgeket

A nagyobb terméshez az ember sok pénzt fektet például a mű- és szervestrágyázásba, talajmunkálatokba, locsolásba stb. A több éven keresztül tartó nagy területen történő egy (monokultúrás) vagy több növénykultúra termesztése következtében tömegesen elterjedhetnek a gyomnövények és a kártevők (rovarok, rágcsálók, parazita gombák; 36. 2, 2, 3. ábra) az agroököziszokban.

Az agroököziszok kialakításakor érdemes figyelembe venni a kultúrnövények között, illetve a kultúrnövények és a vadnövények között létrejövő kapcsolatokat. Érdemes biológiai védelmet alkalmazni, amikor a kártevők egyedszámát azok természetes ellenségeivel – ragadozókkal vagy parazitákkal (36. 3. ábra) végezzük. A kártevők elleni genetikai módszerek szintén nem szennyezik a környezetet. (*Hozzatok fel példákat!*)

Nagy termőképességű kultúrnövények agroököziszba való bevitele, és a termesztés modern módszereinek alkalmazása növeli a szükséges produkciót egységnyi területen. Ez lehetőséget nyújt az extenzív mezőgazdasági termelésről az intenzív termelésre való átállásra, hogy több biogeocoököziszot őrizhessünk meg természetes állapotában, nem átalakítva azokat agroököziszszá, sőt kivonni a mezőgazdasági termelés alól a földek egy részét, amelyek helyén zöld zónákat hozhatunk létre.

Kulcsszavak és fogalmak

agroöközisz.

Ellenőrizték a megszerzett tudást!



1. Milyen általános törvényszerűségek vonatkoznak a különböző természetes zónák szárazföldi biogeocoököziszainak produktivitás-változására? 2. Miért nagyfokú a trópusi erdők produktivitása és biodiverzitása? 3. Mivel jellemezhető a vízi biogeocoököziszok működése? 4. Mik az agroököziszok működésének sajátosságai?

Gondolkodjatok el rajta!



Miért van az, hogy egy növényfaj tartós termesztése ugyanazon a területen negatívan hat az agroöközisz produktivására?

TANULMÁNYI PROJEKTEK

Helyi ökoszisztémák (ermészetes vagy mesterséges) strukturális sajátosságainak vizsgálata.

37. §. A BIOGEOCÖNÓZISOK TULAJDONSÁGAI. SZUKCESSZIÓ

Emlékezzetek, mi a koevolúció és a koadaptáció!? Milyen típusú kapcsolatok jöhetnek létre egy faj egyedei között és több faj egyedei között? Mi a populációk homeosztázisa és a fotoperiodizmus? Milyen létfeltételeket tekintünk extrémnek? Milyen organizmusokat nevezünk cönofilnek és cönofóbnak? Mi a K- és r-stratégiák lényege?

A biogeocönózisok tulajdonságai. A biogeocönózis kialakulása hosszú evolúciós folyamat. Fejlődése alatt összetettebbé válik struktúrája, növekszik faji sokfélesége, kialakul integritása, stabilitása, reprodukív és önszabályozó képessége.

A biogeocönózisok integritását az egyedek populáción belüli (például a fajon belüli versengés) és a fajok közötti (fajok közötti versengés, ragadozás, növényevés, élősködés) kölcsönhatások biztosítják. Ezt állítja a **koevolúciós szabály**: *a biogeocönózis fajai úgy alkalmazkodtak egymáshoz, hogy társulásaik egymással kölcsönösen kapcsolatban lévő komponensei egységes rendszert alkotnak.* Ezt elősegíti az egy faj egyedei közötti génáramlás (az örökletes információ átadása a szülőktől az utódokba) és a fajok közötti horizontális géntranszfer (a gének horizontális átadása). Az élettelen természet tényezői hatást gyakorolnak az organizmusok élettevékenységére, azok pedig a biogeocönózis mikroklímájára. Ennek következtében létrejön az energiaáramlás és az anyagok körforgása, amelyek összekötik a részeket egy egységes rendszerbe.

A biogeocönózisok stabilitása függ a faji sokféleségtől, a különböző fajok populációi közötti (főként trofikus) kapcsolatok fenntarthatóságától, a belső rendezettség szintjétől. A sok fajjal rendelkező biogeocönózisok általában jól strukturáltak, az elágazó táplálékháló biztosítja a gyors energiaáramlást és az anyagok fenntartható körforgását.

A biogeocönózisok reprodukív képességét az önszabályzó populációi közötti kölcsönhatások váltják ki, és a környezet meglévő forrásai (víz, táplálék, gázok) biztosítják. A különböző biotikus kapcsolatok (főként a trofikus kapcsolatok) biztosítják az energiaáramlást és az anyag körforgalmát. A fajok közötti kapcsolatoknak köszönhetően az egyes organizmusok tevékenysége kompenzálja más fajok tevékenységének hatását a környezetre. Például, a reducensek által végzett mineralizáció folyamat következtében a talajba visszakerülnek az ásványi anyagok, amelyeket a növények és a gombák hasznosítanak. A biogeocönózisok reprodukálódnak populációs szinten is: minden faj egyedeinek szaporodása következtében megújul azok egyedszáma, populáció sűrűsége és a biomasszája, illetve magának a biogeocönózisnak a biomasszája és biodiverzitása.

A biogeocönózisok önszabályozása. Ebben részt vesznek mint szabályozó tényezők a fajon belüli és a fajok közötti kapcsolatok, amelyek csökkentik egyes fajok egyedszámának ingadozásait. (**Emlékezzetek vissza ezekre a kapcsolatokra!**) **A biogeocönózis homeosztázisa** – olyan képesség, amely segítségével képes ellenállni a külső és belső változásoknak, megőrizve saját összetételének és tulajdonságainak dinamikus egyensúlyát. Ezt biztosítja az önfenntartó, önreprodukív és önszabályozó képessége.

Az ökológiai tényezők hatása a biogeocönózisokban zajló változásokra. Szukcesszió. A biogeocönózisokban zajlódhatnak ciklikus és haladó változások. Ha ezek nem nagy mértékűek és nem hosszantartóak, akkor a biogeocönózis könnyen megújítja saját struktúráját. **Az önfejlődés képessége a biogeocönózisok univerzális tulajdonsága.**

Ciklikus változások – a biogeocönózisok alkalmazkodása a periodikus (napi, ár-apály, szezonális) környezeti változásokhoz. Ezek megjelenhetnek a populációk

periodikus sűrűségének, struktúrájának, az egyedek aktivitásának és a faj összetételének változásaiént (ez utóbbi kapcsolatban állhat az éves törvényszerű vándorlással: vonuló madarak, egyes denevérek, rovarok). Sok faj az éves ciklusuk egy részét inaktív állapotban tölti (baktériumok, gombák és növények spórái, baktériumok és egysejtű heterotróf organizmusok cisztái, az állatok tojás állapota, a rovarok bábállapota).

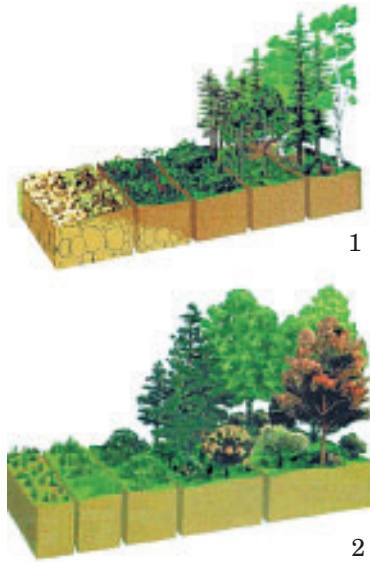
Haladó változások zajlanak a sérült biogeocönózisok megújulásakor; a visszafordíthatatlan klimatikus tényezők (páratartalom, éves átlaghőmérséklet) következtében; a társulások kialakulásának és önfejlődésének ideje alatt, amikor olyan helyen jelennek meg, ahol azelőtt nem voltak (fenyvesek kialakulása homokon, társulások fejlődése az elsődleges talajokon). A haladó változások következtében az egyik biogeocönózis típus válthatja a másikat.

A biogeocönózisok az organizmusok egymással és az abiotikus környezettel való kölcsönhatása következtében végbemenő önfejlődését szukcesszióknak nevezzük (lat.: *successio* – következés, utódlás, öröklés). Szukcesszióra példa: az elhagyott búzamező változása, amikor a versenyképesebb vad fűfajok kiszorítják a kultúrnövényeket, vagy a tavak benövése vízinövényekkel, és átalakulása mocsárrá. A különböző típusú biogeocönózisok láncolatát, amelyek sorrendben váltják egymást – **szukcessziós sornak** nevezzük.

● **A fejlődési sorrend törvénye szerint:** *a természetes rendszerek csak azokon a fejlődési fázisokon mehetnek keresztül, amelyek az evolúció során rögzültek: a viszonylag egyszerű fázisoktól az összetettebbekig, általában a közties szakaszok kiesése nélkül.* (Ugyanakkor lehetséges azok gyors lefolyása.) Az egész bioszférában mint globális ökoszisztémában, folyamatos, törvényszerű szukcesszív folyamatok zajlanak.

A szukcesszió lehet primer és szekunder. A **primer szukcesszió** – társulások megjelenése és fejlődése olyan élőhelyen, ahol azelőtt nem voltak (zuzmók megtelepedése a sziklákon vagy magasabb növények megjelenése a homokos partokon, a kihűlt lágán – 37. 1. ábra). Ennek több szakasza is van: egy földfelület bizonyos növényfajok és zuzmófajok általi benépesítése; a verseny kieleződése a különböző fajok között, minek következtében egyes fajok kiszorítanak másokat; az élőhely átalakulása az organizmusok által; a biodiverzitás növekedése; a létfeltételek és a fajok közötti kölcsönhatások fokozatos stabilizációja. **Szekunder szukcesszió** – a természetes növényzet megújulásának folyamata valamilyen sérülés után, például az erdők megújulása tűz után (37. 1. 2. ábra). A szekunder szukcesszió lefolyására bizonyos módon hatást gyakorolnak a társulások, amelyek megmaradtak az előző ökoszisztéma károsodása után.

Szukcessziókat kiválthatnak külső (klímaváltozás, gazdasági tevékenység) és belső tényezők (a társulás tagjainak tevékenysége). Szukcesszió belső okaihoz tartozik a nem teljes anyagkörfor-



37. 1. ábra. Primer (1) és szekunder (2) szukcesszió (*Feladat:* jellemezétek ezeknek a folyamatoknak főbb stádiumait; határozzátok meg és írjátok körül a primer és a szekunder szukcesszió hasonlóságait és eltéréseit!)

gás, aminek következtében a biogeocönózisokban felhalmozódhat jelentős mennyiségű, a konzumensek és a reducensek által fel nem dolgozott maradvány és anyagcsere-végtermék. Ez a táplálék bázis pedig megteremti az előfeltételeit új fajok megtelepedésének.

A szukcessziós változások első szakaszaiban általában az ökológiailag plasztikus (cönofób) fajok dominálnak, amelyek képesek megtelepedni a kedvezőtlen feltételek között. Rájuk jellemző az intenzív szaporodás (r-stratégia), a gyors fejlődés, az ökológiai tényezők változásaival szembeni jelentős ellenállóképesség. Tevékenységük által ezek az organizmusok megteremtik az előfeltételeit más fajok megtelepedésének. Például, az erdeifenyő megtelepedve a homokos talajon, árnyékot vetve a talajfelszínre, előidézni a szerves anyagok megjelenését, a talajvíz megtartását. Ez megteremti az előfeltételeket más növényfajok megtelepedéséhez.

A szukcesszió folyamata addig tart, amíg a biogeocönózis el nem ér egy jelentős biodiverzitást, amely lehetőséget nyújt stabilizálni az anyagkörforgást és az energiaátalakulást. A szukcesszió folyamán fokozatosan összetettebbé válnak az organizmusok közötti trofikus kapcsolatok, szerteágazóvá válik a táplálékháló, és lelassul a biomassa növekményének tempója.

● A szukcessziós átalakulások során a **szukcesszió lassulásának törvénye** hat: *azok a folyamatok, amelyek az érett, kiegyensúlyozott, stabil állapotban lévő ökoszisztémákban zajlanak, általában lassuló tendenciát mutatnak.* A szukcesszió **érett biogeocönózisok (klimax társulások** – gör.: *klimaka* – legfelső pont, kulmináció) kialakulásával fejeződik be, amelynek jelentős a biodiverzitása, fejlettek az önszabályozó mechanizmusai, képes a reprodukcióra. A klimax társulásokban dominálnak a hosszabb életciklusú fajok, amelyeknek kevesebb utódja van (K-stratégisták), könnyen megszabadulnak a vetélytársaiktól (territoriális viselkedés, jelentős specializáció a forrásokhoz).

Feladat. A klimaxtársulás kialakulásának folyamata többtíz és több száz évig is eltart: a füves puszták 1–10 év alatt újulnak meg; a cserjések – 10–25 év alatt; a lombhullató erdők – 25–100 év alatt; a vegyes erdő – 100–150; a tűlevelű erdők – 150–250. Modellezétek a klimaxtársulások kialakulásának szakaszait azokon a helyeken Ukrajnában, ahol az illegális borostyán kitermelés miatt sérültek a biogeocönózisok!

Egyetlen társulás sem egyesíthet magában két ellentétes tendenciát: nagyfokú, tiszta, primer produkció képződését és stabilitását. A szukcesszió kezdeti szakaszaiban létrejövő társulások produkciója nagyobb, mint amennyi forrást felélnek. Ugyanakkor a klimaxtársulásokra jellemző az anyagok kiegyensúlyozott körforgása és az energiafelhasználás nagy hatásfoka, aminek köszönhetően hatásosan ellen tudnak állni a kedvezőtlen külső hatásoknak a saját struktúrájuk sérülése nélkül.

Kulcsszavak és fogalmak

a biogeocönózis homeosztázisa, primer és szekunder szukcesszió, klimax társulások.

Ellenőrizték a megszerzett tudást!



1. Milyen tulajdonságai vannak a biogeocönózisoknak? Jellemezzétek azokat! 2. Mi a szukcesszió? 3. Milyen tényezők válhatnak ki változásokat a biogeocönózisokban? 4. Milyen jelentősége van a szukcesszióknak a biogeocönózis működésében? 5. Mi a primer és a szekunder szukcesszió? Hozzatok fel példákat! 6. Milyen törvényszerűségei vannak a szukcessziós folyamatnak? 7. Mi jellemző a klimax társulásokra?

Gondolkodjatok el rajta!



Milyen tényezők hatása válhat ki gyors változásokat a biogeocönózisokban?

38. §. V.I. VERNADSKIJ TANAI A BIOSZFÉRÁRÓL ÉS A NOOSZFÉRÁRÓL

Emlékezzetek, mi a lényege a zöld növények kozmikus szerepének!? Mit értenek az anyagok biogén és abiogén vándorlása alatt?

A bioszféra és határai. A *bioszféra* (gör.: *bios* – élet és *sphaira* – gömb) kifejezést az osztrák geológus **Eduard Suess** (1831–1914) javasolta, 1875-ben. A bioszféráról szóló tanokat **V. I. Vernadskij** ukrán tudós hozta létre (38. 1. ábra).

A bioszféra nem a Föld külön élő burkát alkotja, hanem annak geológiai burkának része, amelyet az organizmusok benépesítenek. Magába foglalja a Föld felső szilárd burkát (litoszférát), a teljes hidroszférát és a légkör (atmoszféra) alsó rétegeit, egyesítve a Föld minden biogeocönózisát egyetlen globális ökoszisztémába.

Az organizmusok a litoszférában viszonylag kis mélységbe hatolnak le. Például, 2–4 km mélységben csak néhány baktériumcsoport él, főként a kőolajcsapdákban. A hidroszférában az élet bármilyen mélységben megtalálható, még a legnagyobb 11000 m mélységben is. A légkörben az organizmusok terjedését az ózonréteg határolja be. A legnagyobb magasság, ahol kimutatták baktériumok és gombák spóráit, közel 22 km. A biomassa legnagyobb koncentrációja ott található, ahol a létfeltételek a legkedvezőbbek és változatosak – a litoszféra és az atmoszféra, az atmoszféra és a hidroszféra, a hidroszféra és a litoszféra határán.

V. I. Vernadskij bioszféráról szóló fő tételei. V. I. Vernadskij a bioszférára úgy tekintett, mint az élő és élettelen szerves egészére. Az organizmusok összességét a Földön, beleértve az embert is, **élő anyagnak** nevezte a tudós. Az élő anyag jellemzői: összbiomassza, kémiai összetétel és energia.

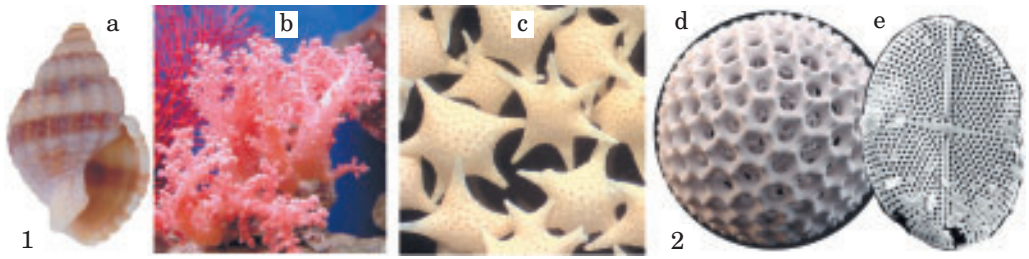
A bioszférában aktív anyagcsere és energiaátalakulás zajlik, amelyek meghatározzák minden organizmus összaktivitását. A fotoszintézisnek köszönhetően az élő anyag a Földön évente közel 160 milliárd tonna száraz, szerves anyagot termel, aminek közel egyharmadát a világóceán biogeocönózisai termelnek, kétharmadát pedig a szárazföldiek. Tehát, a bioszféra a napenergia globális akkumulátora és transzformátora, ami nélkül az élet a Földön nem lehetséges.

A bioszférára jellemzőek az önfenntartás és az önreprodukció mechanizmusai. Ezek a tulajdonságok megjelennek az atmoszféra összetételében, a világóceán állandó összetételében és állandó sókoncentrációjában, az organizmusok számára a földfelszínen uralkodó szükséges fizikai feltételek fenntartása az ózonréteg segítségével.

Vernadskij három biogeokémiai alapelvet fogalmazott meg: 1) a kémiai elemek biogén migrációja a bioszférában mindig maximális tendenciát mutat; 2) a fajok evolúciója a bioszféra fejlődése során az atomok biogén migrációjának erősödésére irányul;

38. 1. ábra. Volodimir Ivanovics Vernadskij (1863–1945) – ukrán természettudós, filozófus; olyan tudományok megalapozója, mint a biogeokémia, és a radiogeológia; ő alapította az Ukrán Nemzeti Könyvtárát Kijevben (jelenleg: V. I. Vernadskij Ukrán Nemzeti Könyvtár); az az Ukrán Nemzeti Tudományos Akadémia egyik alapítója, első elnöke (1918)





38. 2. ábra. Az élő anyag koncentráló funkciója szorosan kapcsolatban áll az organizmusok által végzett üledékes kőzetképződéssel: 1 – puhatestűek (a), korall polipok (b), likacsoshéjúak (c) képesek felhalmozni a kalcium-vegyületeket, ezért fontos szerepet játszanak az üledékes mészkő képződésében; 2 – egyes sugárállatkák (d), kovamoszatok (e) felhalmozzák a szilícium vegyületeket, és résztvesznek radiolarit és a diatomit üledékes kőzetek létrehozásában

3) az élő anyag a külső környezettel szüntelen kémiai anyagcserét folytat, amit a Földön a kozmikus napenergia hoz létre és tart fent.

Az élő anyag biokémiai funkciói. Gáz funkció: az élőlények hatást gyakorolnak az atmoszféra, a világoceán és a talaj gázösszetételére: az aerob organizmusok légzés közben oxigént vesznek fel, és szén-dioxidot adnak le; a növények és a cianobaktériumok a fotoszintézis során szén-dioxidot vesznek fel, és oxigént választanak ki. **Redoxi funkció:** az organizmusok segítségével a légköri levegőben, a vízben és a talajban oxidálódnak és redukálódnak bizonyos kémiai vegyületek. Például, a vasbaktériumok oxidálják a vas vegyületeit, denitrifikáló redukálja a nitrátokat és a nitriteket molekuláris nitrogénné vagy oxidjaivá stb. **Koncentráló (felhalmozó) funkció:** az organizmusok a környezetből felvesznek és felhalmoznak a testükben bizonyos kémiai elemeket (38. 2. ábra).

Anyagkörforgás a bioszférában. Az élő anyag funkciói kapcsolatban állnak az atomok biogén migrációjával az anyagkörforgás folyamatában. A kémiai



38. 3. ábra. Az organizmusok szerepe a talajképződésben (*Feladat:* a tanár segítségével magyarázzátok meg, milyen organizmus csoportok vesznek részt a talajképződés folyamatában!)

elemek migrációjának egy része, amit az organizmusok végeznek, *biogén*, amely részét pedig nem az organizmusok végzik – *abiogén*. A különböző kémiai elemek és anyagok körforgásának rendszerét V. I. Vernadszkij **biogeokémiai ciklusoknak** nevezte.

Az organizmusok szerepet kapnak az üledékes kőzet képződésében, életük során felhalmozva kalcium-, szilícium-, foszforvegyületeket csontvázukban, a csigaházakban, páncéljukban (lásd: 38. 2. ábra). Ezenkívül részt vesznek a hegyek kőzeteinek lebontásában. Például a zuzmók megtelepedve a sziklákon, szerves savakat bocsátanak ki, amelyek bontják a kőzetet. A talajlakó organizmusok, illetve a víz, a levegő és a klimatikus tényezők hatása biztosítja a talajképződés folyamatait (38. 3). Ezen folyamatok során a litoszféra felső rétegének különféle anyagai összetett átalakulásokon és migráción mennek keresztül. A szerves vegyületek lebomlásakor keletkező anyagok felhalmozódnak a képződő humuszban.

A Föld növényzete évente közel $1,7 \cdot 10^8$ t szén-dioxidot nyel el és közel $1,2 \cdot 10^8$ t oxigént választ ki, amelyet felhasználnak az aerob organizmusok a légzés során.

V. I. Vernadszkij tanítása a nooszféráról. Vernadszkij még a XX. század első felében előre látta, hogy a bioszféra átalakul **nooszférává** (gör.: *nous* – ész, értelem és *sfaira* – gömb; szakkifejezést 1927-ben francia filozófusok vezették be: **Édouard Louis Emmanuel Julien Le Roy** (1870–1954) és **Pierre Teilhard de Chardin** (1881–1955)).



Nooszféra – a bioszféra új állapota, amelynek fejlődésében az emberi értelem tevékenysége válik meghatározó tényezővé.

A nooszférára jellemző a természeti törvények és a társadalmi-gazdasági tényezők szoros kapcsolata, a természeti források tudományosan megalapozott felhasználása, az anyagkörforgás és az energia-áramlás megújulása. Bármelyik probléma megoldásához **ökológiai gondolkodásmódra** van szükség, a természetes környezet állapotának megőrzésére és javítására.

A jelenkori bioszféra – **biotechnoszféra** – állapotát közvetlenül vagy közvetve az ember pénzügyi és társadalmi-gazdasági szükségleteit biztosító technikai eszközök hatása hozta létre. Ez a természeti források kimerüléséhez, a bioszféra regenerációs lehetőségeinek csökkenéséhez vezet, mivel sérül a természetes anyagkörforgás és energiaáramlás a bolygónkon. Ezért a bioszféra nooszférává való átalakítása az emberiség előtt álló egyik fő feladat, és ez túlélésének elkerülhetetlen előfeltétele.

Kulcsszavak és fogalmak

bioszféra, nooszféra, biotechnoszféra, biogeokémiai ciklusok.

Ellenőrizték a megszerzett tudást!



1. Jellemezzétek a Föld külső burkait! 2. Mi a bioszféra? Ki a bioszféráról szóló tanok szerzője? 3. Miért tartják a bioszférát bolygónk egyetlen globális ökoszisztémájának? Mik a bioszféra határai? 4. Mivel jellemezhető a biotechnoszféra? 5. Mi a nooszféra? Mivel jellemezhető? 6. Milyen tulajdonságai és funkciói vannak az élő anyagnak a bioszférában?

Gondolkozzatok el rajta!



1. Miért nem alkot a bioszféra különálló burkot a Földön? 2. Mi a jelentősége V. I. Vernadszkij nooszféráról szóló tanításának az emberiség további létezésének szempontjából?



8. TÉMA

FENNTARTHATÓ FEJLŐDÉS ÉS RACIONÁLIS TERMÉSZET-HASZNÁLAT

Ebben a témakörben megismerkedtek:

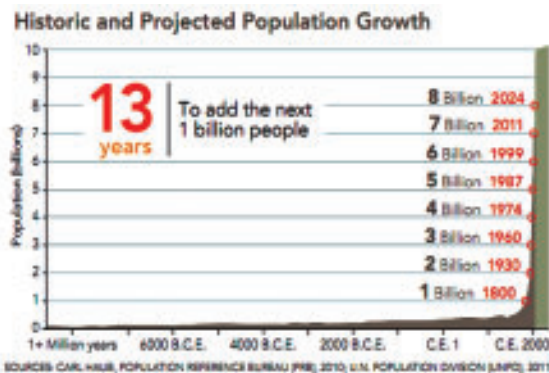
- a világ és Ukrajna legújabb kori ökológiai problémáival;
- a szennyezések típusaival, a szennyezés következményeivel a természetes és a mesterséges ökoszisztémákban, illetve az emberre gyakorolt hatásával;
- az ember hatásával az atmoszférára, a hidroszférára, a talajokra, a szárazföldi ökoszisztémákra, és ezek következményeivel;
- a bolygónk biodiverzitása védelmének fontosságával, ami a bioszféra stabil működésének feltétele;
- az ökológiai politika főbb irányzataival Ukrajnában;
- a fenntartható fejlődés koncepciójával és annak jelentőségével az emberi társadalom további fejlődésének szempontjából.

39. §. A VILÁG ÉS UKRAJNA JELENKORI ÖKOLÓGIAI PROBLÉMÁI

Emlékezzetek V. I. Vernadskij főbb téziseire a bioszféráról és a nooszféráról! Mi az ökológiai niche, a génállomány? Mit értenek a talaj termékenysége kifejezés alatt? Mi a humusz, a talajerózió? Milyen erdőket nevezünk elsődlegeseknek, és melyeket másodlagosoknak? Mi a fotokémiai rendszer?

Mára az emberi tevékenység vált vezető tényezővé, amely nehéz döntés elé állította az embert: vagy tovább élni a természet törvényeivel dacolva, vagy fejleszteni azt, amit az amerikai ökológus és természetvédő **Aldo Leopold** (1887–1948) „ökológiai lelkiismeretnek” nevezett, vagyis felelősséggel tartozunk a jövő generációi előtt a bolygónk állapotáért. Az emberi tevékenység által előidézett ökológiai problémák listája elég hosszú.

A Föld lakosságának növekedése (39. 1. ábra). A tudósok számítása szerint az időszámításunk előtti VII. ezredévben a Föld lakossága nem haladta meg



39. 1. ábra. A Föld lakosságának növekedése: tudósok prognózisa szerint már a bolygónk népessége 2024-ben elérheti a 8 milliárdot (1), 2050-re a 9,3 milliárdot. A legnagyobb növekedést Indiában, Kínában és Afrika országaiban jósolják (Science. V. 333. P. 540. Az ENSZ adatai)

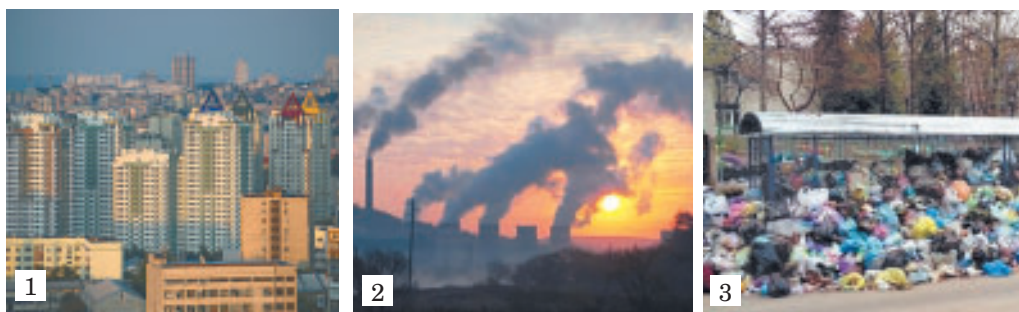
a 10 millió embert. Az Időszámításunk kezdetén bolygónk lakossága körül-belül 300 millió volt, a XVII. században közel 700 millió, 1972-ben 3,6 milliárd, 1990-ben 5,3 milliárd. 2018 júniusában a Föld lakossága elérte a 7,6 milliárdot. Ha ez a tendencia folytatódik, akkor már 2050-re 9 milliárdan leszünk.

Tehát, az elmúlt 50 évben a Föld lakossága megduplázódott, vagyis valódi **demográfiai robbanás** történik, amelynek jövőbeni következményeit nem lehet előre látni. A föld népességének növekedése súlyosbítja az élelmiszer-ellátás problémáját. Eközben a nagy lakossággal rendelkező régiók gyakran nem a mezőgazdaságilag legfejlettebb térségekhez tartozik. Például, Európa, Észak-Amerika országában, Ausztráliában, ahol az élelmiszerek 60 %-át termelik a Föld lakosságának mindössze 30 %-a él. Míg Kelet-Ázsiában ez az arány a sorrendnek megfelelően 28 % és 53 %.

Urbanizációs folyamatok (lat.: *urbanus* – városi). Az ipar és a kereskedelem ugrásszerű fejlődését városok, **megapoliszok** (gör.: *megalo* – nagy és *polis* – város) intenzív fejlődése kíséri. Jelenleg a bolygónk lakosságának 40 %-a él városokban annak ellenére, hogy azok területe 0,5 %-a a Földnek. A nagyvárosok és környezetük az emberi tevékenység által leginkább alakított természeti környezet példái. Ez egyúttal a természetes ökoszisztémák károsítása is az ipari és a hétköznapi hulladékokkal való szennyezés, az intenzív közlekedés miatt (39. 2. ábra).

Erdőirtás. Az elmúlt 10 000 évben az emberi tevékenység által bolygónk erdeinek területe harmadával csökkent, és évente közel 17 millió hektárral csökkent. Elsősorban a trópusi erdőket irtják, amelyek vezető szerepet játszanak bolygónk ökológiai egyensúlyának fenntartásában. Európa elsődleges erdei majdnem teljes egészében eltűntek, a másodlagos erdők, amelyek felváltották azokat, elszegényedtek az állat-, növény- és a gombafajok tekintetében.

Az energia-források intenzív és nem racionális felhasználása. Az utóbbi években súlyosbodtak az atomerőművek felhasználásával kapcsolatos problémák, amelyek több, mint 30 országban jelen vannak. Ezen problémák közé tartozik az atomerőművek balesetmentes működése, a területek radionuklidokkal való szennyezése, a kiegészítő fűtőelemek tárolása (39. 3. ábra). A tároló konténerek használati ideje nehezen egyeztethető a radioaktív vegyületek felezési idejével (egyes izotópok felezési ideje 24 000 év).



39. 2. ábra. A modern megapoliszok problémái: 1 – az intenzív beépítés csökkenti a zöld területek méretét, amelyek a város sajátos tüdejének minősülnek; 2 – az intenzív ipari termelés és a közlekedés jelentősen szennyezi a levegőt, ami negatívan hat a lakosság egészségére; 3 – a nagyvárosok szembe kerültek a háztartási és az ipari hulladékok feldolgozásának problémájával



39. 3. ábra. Az atomerőmű-balesetek globális következményekkel bírnak: 1 – a csernobili atomerőmű sérült 4-es blokkja; 2 – a japán „Fukushima-1” atomerőmű balesete

A talajok, a vizek és a levegő szennyezése. A Föld lakosságának élelmi-szerrel való biztosítása rákényszerít arra, hogy évről évre növeljük a termelésbe vont földterületet. A természetes ökoszisztémák részeinek kisajátítása, az erdők irtása talajeróziót okoz, mert ezek az erdők biztosítják a talajvíz optimális szintjét, és megvédik a talajt a szél hatásától. A vizek egészségügyi állapota romlik az ipari és a háztartási szennyvizek, az agrocönózisokból bejutó peszticidek, műtrágyák miatt. A vízkészlet ésszerűtlen felhasználása növeli az ivóvíz problémáját.

Az ember és más organizmusok egészségére káros ipari hulladékok, a kipufogógázok szennyezik a levegőt, „savas esőt” okoznak. A légkör szén-dioxid és más gázok koncentrációjának növekedése bolygónk klímaváltozását váltja ki.

Bolygónk biodiverzitásának csökkenése. Az ember intenzív hatása a természetes biogeocönózisokra (organizmusok közvetlen kiirtása, azok élőhelyének károsítása, a környezetszennyezése) sok állat-, növény- és gombafaj kihalását idézte elő. Bármely faj eltűnése szegényíti bolygónk génállományát, mivel az uniális génkészlettel rendelkezik.

Kulcsszavak és fogalmak

demográfiai robbanás, urbanizáció.

Ellenőrizték a megszerzett tudást!



1. Miért vált az antropikus hatás vezető ökológiai tényezővé? 2. Hogyan hat a bioszférára a Föld lakosságának növekedése? 3. Miért hat negatívan a bioszféra állapotára az erdőirtás? 4. Mi okozza az atmoszféra állapotának romlását? 5. Hogyan hat a vizek állapotára az emberi tevékenység? 6. Hogyan hat az ember bolygónk biodiverzitására?

Gondolkodjatok el rajta!



1. Bolygónk lakosságának növekedése kiváltja a kisajátított művelhető földek területének növekedését. Másfelől, az effektív, tudományosan megalapozott emberi tevékenység kiváltja azok méretének csökkenését. Hogyan lehet ezt megmagyarázni? 2. Hogyan hat az energiaforrások felhasználása a bioszféra állapotára?


Kreatív feladat.



Ebben a paragrafusban csak a főbb ökológiai problémák vannak felsorolva, amelyekkel kénytelen szembesülni a mai ember. A tanár segítségével találjátok ki, hogy milyen ökológiai problémák vannak jelen a ti vidékeken! Készítsetek erről bemutatót!

40. §. A SZENNYEZÉS FAJTÁI, KÖVETKEZMÉNYEI A TERMÉSZETES ÉS MESTERSÉGES ÖKOSZISZTÉMÁKBAN, AZ EMBER EGÉSZSÉGE TEKINTETÉBEN. MECHANIKUS ÉS FIZIKAI SZENNYEZÉS

Emlékezzetek, mi a monitoring, a bioindikáció és a biotesztelés!? Hogyan hat az ionizáló sugárzás az élő anyagra? Mi a fotoperiodizmus?

 A **szennyező anyagok** – különböző természetes vagy mesterséges ágensek, amelyek a természetes környezetbe jutnak olyan koncentrációban, amely meghaladja a természetes hátértértékeket, és negatívan hatnak az organizmusokra, felborítva az ökoszisztémák egyensúlyát.

A **szennyezés fajtái.** Eredete szerint a szennyezés lehet természetes és antropikus (antropogén – 40. 1. ábra). A **természetes szennyezés** az ember beavatkozása nélkül történik (például vulkánkitörés, tüzek villámcsapás után, új fajok bekerülése a számukra nem jellemző ökoszisztémákba). Az **antropogén szennyezés** az emberi tevékenység ökoszisztémákra gyakorolt hatásának eredménye (a környezet szennyezése háztartási és ipari hulladékokkal, mérgező kémiszerekkel, atomerőművek radionuklidjainak hulladékával).



40. 1. ábra. Természetes (1) és antropogén (2) környezetszennyezés: 1 – vulkánkitöréskor nagy mennyiségű törmelék, hamu, magma – nagyon magas hőmérsékletű olvadék, amely a föld mélyében keletkezik lökődik ki (a fényképen a Hawaii Kilauea vulkán kitörését látjuk); 2 – az olajszennyezés veszélyt okozhat a tengeri ökoszisztémákban

Természetete szerint a szennyezés lehet mechanikus, fizikai, kémiai vagy biológiai jellegű. A biológiai szennyezésre példa egyes állat- és növényfajok betelepítése Ausztrália gyarmatosítása idején (40. 2. ábra).



40. 2. ábra. Az Opuntia kaktusz (1) Ausztrália területén a XIX. század első felében jelent meg, mint dekoratív növény; később az Opuntia annyira elterjedt az emberi települések határain (1920-ban már közel 24 millió hektáron megtalálható volt), hogy veszélyes gyomnövényné alakult át; szükségessé vált betelepíteni az Opuntia hazájából a természetes el-
lenségét – a kaktuszmolyt (2), amelynek hernyói (3) kaktusszal táplálkoznak



40. 3. ábra. A környezet műanyag termékekkel való mechanikus szennyezése: 1 – A vizek szennyezése műanyag termékekkel ökológiai katasztrófát okozhat (Citarum folyót a Jáva-szigeteken (Indonézia) tartják a világ legszennyezettebb folyójának); 2 – A vizek szennyezése műanyag termékekkel veszélyes az állatok számára: megnehezíti vagy ellehetetleníti mozgásukat, a tápcsatornába jutva pedig megnehezíti az emésztést; a vizsgálatok bebizonyították, hogy műanyag található a tengeri madarak 90 %-ának testében

Mechanikus szennyezés – kémiaailag és biológiailag az organizmusok számára közömbös szilárd anyagok környezetbe jutása (például, szilárd háztartási és ipari hulladékok, talajdarabok, amelyek a szennyvízzel jutnak a vizekbe – 40. 3. ábra). Különösen veszélyes a polimer anyagokkal való szennyezés (például műanyag termékek: flakonok, műanyag zacskók).

Feladat. Műanyag termékek nagyon lassan bomlanak le, de az éves termelésük egyre nő. Különböző információ-források segítségével készítsetek bemutatókat ennek a szituációnak a megoldására!

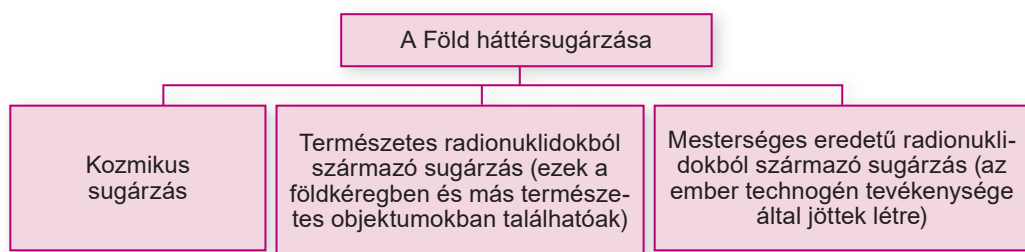
Fizikai szennyezés. Természetétől függően megkülönböztetünk: hő-, zaj-, elektromágneses és radioaktív szennyezést. A hőszennyezés kapcsolatban áll a többlet hőenergia levegőbe, talajba vagy vizekbe jutásával (hevített levegő vagy víz formájában). Gyakran kapcsolatban áll az energiahordozók intenzív felhasználásával (hőerőművek és atomerőművek munkája, közlekedés). A hőszennyezés megelőzésének egyik módja tradicionális energiaforrások (kőolaj, szén) gazdaságos felhasználása, és a megújuló energiaforrásokra (hidroenergia, ár-apály erőművek, nap- és szélenergia) való átállás.

Jó tudni 

A környezet hőszennyezése eredményezheti az ökoszisztémákra eddig nem jellemző új hőkedvelő fajok megjelenését. Így jelent meg a dél-ukrajnai atomerőmű vizeiben az afrikai Tilapia halfaj (Sügéralakúak rendje). A környezet hőmérsékletének növekedése a vonuló madaraknak is lehetőséget nyújt télen azokban az országokban maradni, ahol azelőtt csak nyáron voltak.

Fényszennyezés – egyes területek természetes megvilágítottsága intenzitásának és ritmusának felborulása mesterséges fényforrások következtében. Ez megváltoztatja azt az organizmusok a nappalok hosszára adott reakcióját – a fotoperiodizmust.

Zajszennyezés – fizikai szennyezés forma, amely megnöveli a környezet mechanikus hullámzásainak szintjét. A zajszennyezés fő forrása a közlekedés: személygép-



40. 4. ábra. A Föld háttérsugárzásának forrásai

járművek, repülőgépek, vasutak. A 75 dB-nél magasabb intenzitású zaj rossz alvást, negatív érzelmeket (ingerlékenységet) okoz, csökkenti munkaképességet stb.

Elektromágneses szennyezés. Az antropogén eredetű elektromágneses mezők forrásai – a villanyvezetékek (ez a legerősebb forrás), háztartási és ipari elektromos eszközök, elektromos szállítóeszközök, telekommunikációs eszközök stb. Jelenleg nincsenek egyértelmű bizonyítékai az elektromágneses sugárzás ökoszisztémákra és az ember egészségére gyakorolt negatív hatásának. Ugyanakkor a rövid hullámhosszú hullámok veszélye a biológiai objektumok tekintetében (hőhatás, a sejtek elektromos tulajdonságainak károsodása) további vizsgálatokat igényel, hogy kiderítsük az elektromágneses hullámok hatásának lehetséges káros következményeit.

Radioaktív szennyezés – az ionizáló sugárzás intenzitásának vagy a kémiai elemek radioaktív izotóp tartalmának természetes háttérsugárzást meghaladó szintje (40. 4. ábra). Az ionizáló sugárzás közvetlen hatása kapcsolatban áll az ionizáló részecskék sejtekbe és folyadékaiba való bejutásával. Az ionizáló sugárzás közvetett hatása kapcsolatban a szabadgyök-képződéssel, amelyek képesek károsítani a kémiai kötések és megváltoztatni a makromolekulák szerkezetét (olyanoknak, mint a fehérjék és a nukleinsavak). Okozhat mutációt, a sejtek halálát, onkológiai megbetegedéseket. Az ionizáló sugárzás leginkább az aktívan osztódni képes sejtekre hat (például a csontvelő és a belek hámszöve).

Jegyezzétek meg!

jelek, amelyek veszélyekre hívják fel a figyelmet:



mérgező anyagok;



sugárveszély;



ionizáló sugárzás;



rádiósugárzás;



biológiai veszély (patogén vírusok, baktériumok, stb.)



magasfeszültség;



mágneses mező.

Kulcsszavak és fogalmak

szennyező anyagok, radioaktív szennyezés.

Ellenőrizték a megszerzett tudást!



1. Milyen szennyező anyagokat ismertek?
2. Milyen szennyezést tartanak természetesnek, és melyeket antropogénnek?
3. Mit értenek mechanikus szennyezés alatt?
4. Mi a

fizikai szennyezés? Nevezzétek meg a fizikai szennyezés típusait? 5. Milyen következményei vannak a radioaktív szennyezésnek?

Gondolkodjatok el rajta!



Egyes fejlett országokban a lakosság követeli a kormánytól, hogy mondjon le az atomenergetikáról. Szerintetek ez megvalósítható a mai ipari társadalom feltételei és ugrásszerű népességnövekedés mellett?

Kreatív feladat.



Milyen javaslatokat tudnál tenni a települések tervezéséhez annak érdekében, hogy a lehető legnagyobb mértékben elkerülhesse a lakosság a zajszennyezést?

41. §. A KÖRNYEZET KÉMIAI ÉS BIOLÓGIAI SZENNYEZÉSE

Emlékezzetek, hogyan jelölik a mérgező anyagokat!? Mik azok a peszticidok, alkaloidok? Milyen paraziták tartoznak a férgekhez? Az ember milyen megbetegedéseit nevezzük fertőzőnek és invazívnak? Mi a biogeokémiai ciklus?

Kémiai szennyezés. A vegyi elemek és anyagok, amelyek elérnek egy bizonyos koncentrációt a környezetben toxikus hatást fejtenek ki, ezeket nevezzük **toxikánsoknak**. Az organizmusok által termelt mérgező vegyületek – a **toxinok** (például *bakteriotoxinok* (baktériumok termelik), *mikotoxinok* (gombák), *zootoxinok* (állatok)). Ezek általában veszélyesek az emberre, de bizonyos funkciót látnak el a természetben. (*Gondolkodjatok el rajta*, miért!)

Az ember által szintetizált anyagok, amelyek idegenek a bioszféra számára a **xenobiotikumok** (peszticidok, műtrágyák, mosószerek, festékek, üzemanyagok, gyógyszerek) nevet kapták. Ezek rendkívül lassan bomlanak le, nem vesznek részt a biogeokémiai ciklusokban, és ezért felhalmozódnak a környezetben. Xenobiotikumok bekerülve a szervezetbe mérgezést, allergiás választ, anyagcsere problémákat, csökkent immunitást, mutagén hatást válthatnak ki. A toxikánsok kémiai természetük szerint lehetnek szervetlenek (nehézfémek, radionuklidok) és szervesek (fenolok, kőolajtermékek, peszticidok, formaldehidok, benzpirén – az üzemanyag égésekor keletkezik).

Jó tudni



1956-ban a japán Minamata városában új idegrendszeri betegséget regisztráltak. A beteg emberek tünetei közé tartozott a mozgás, a beszédképesség, a látás és a hallás károsodása, egyes esetekben tudatkárosodás, bénulás és halál. A vizsgálatok megállapították, hogy a betegség okozói a Minamata-öbölbe jutó szervetlen higanyvegyületek. A fenéklakó mikroorganizmusokban ezek a vegyületek átalakult mérgező szerves vegyületek, amelyek képesek felhalmozódni a szervezetben. Később ezek a vegyületek a táplálékláncon (főként a halon) keresztül bejutott az emberek szervezetébe. A Minamata-öböl higanyvegyületekkel való szennyeződésének problémája máig nincs megoldva.

A peszticidok nehezen bonthatók le mikrobiológiailag, és egyértelmű toxikus tulajdonságokkal jellemezhetőek (41. 1. ábra). Sok peszticid képes messzire eljutni a felhasználása helyszínétől. Például, az 1960-as években a DDT-t kimutatták az Antarktisz pingvinjeinek májában.

Manapság a legutóbbi generációs peszticideket használják, ezek a biológiai eredetű természetes vegyületek szintetikus analógjai. Az ilyen peszticideknél követelmény: a toxikus hatást csak az ember számára káros organizmusok szenvedjék, minimális környezetszennyezés és gyors lebomlás.



41. 1. ábra. A pesztycidek fő típusai (az egyes organizmusokra gyakorolt hatása szerint)

Rendszeres pesztycidhasználat előidézheti rezisztens kártevők megjelenését. Például, Costa Rica egyes járásában nem termelnek már gyapotot, mert a pesztycid hatása ellen rezisztens kártevők irtására fordított összeg elkezdte meghaladni a termelés során keletkező hasznot. Fennmaradtak a pesztycidekkel szennyezett, a további mezőgazdasági használatra alkalmatlan talajok.

Jó tudni




Rachel Louise Carson – ismert amerikai biológus, természetvédő, író. Kutatásainak egyik fő iránya volt a pesztycidek (főként a DDT) környezetre gyakorolt káros hatásának vizsgálata. Ennek a problémának volt szentelve az egyik világszerte ismert könyve: a *Néma tavasz* (1962). Ez és más könyvei különböző országokban kiváltották az ökológiai mozgalmak fejlődését.



41. 2. ábra. Rachel Louise Carson (1907–1964)

Biológiai környezetszennyezés – az ökoszisztémák számára idegen fajok megjelenése, vagy az új fajok megtelepedése és szaporodása szempontjából kedvező feltételek kialakítása. Ez a korábban létrejött biotikus kapcsolatok felborulását, a környezeti források kimerülését, a környezet új fajok anyagcsere végtermékei általi szennyezését okozhatja.

 Bizonyos fajok tudatos vagy véletlen áttelepítését annak természetes areájából új élőhelyre betelepítésnek vagy **introduciónak** (lat.: *introductio* – bevezetés, áttelepítés) nevezzük, magukat a fajokat pedig **betelepített** vagy **introdukált fajoknak**. A betelepített fajok adaptációjának folyamatát **akklimatizációnak** nevezzük.

Gyakran a betelepített fajok versenyképesebbek, mint a helyiek (*aboriginek*), és képesek kiszorítani azokat megszokott biotópokból. Például, a házimehet akklimatizálták Ausztráliában, és kiszorította a helyi fullánk nélküli fajt. Ezenkívül az akklimatizált fajok élősködői és kártevői szintén átjuthatnak az új helyre, kiváltva a helyi fajok tömeges pusztulását. Ezért mielőtt betelepít egy fajt, az ember kénytelen felbecsülni az ökoszisztéma aborigin fajjaival való lehetséges kölcsönhatásait.



41. 3. ábra. Betelepített fajok: 1 – ürömlevelű parlagfű az karantén gyomnövényekhez tartozik; nemcsak a mezőgazdaság számára káros, de mivel allergén, ezért veszélyes az ember egészségére is: a parlagfű pollenje bejutva a légutakba váladékot, nyálkahártya gyulladást, hőemelkedést vált ki; 2 – a méh veszélyes élősködője – ázsiai méhatka

Véletlen betelepítés – fajok megtelepedése az új ökoszisztémákban, beleértve az elvadulást és a zárt helyről való megszökést. Erre példa Ukrajnában a medvetalp és a parlagfű (41. 3, 1. ábra), az állatok közül – a burgonyabogár, az öblöscsiga, a holland és a kínai gyapjasollós rákok stb. A betelepített fajok **biológiai invázió** jelenségét idézhetik elő – ami problémát okoz a helyi ökoszisztémáknak, gazdaságnak és az emberek egészségének (például az ázsiai méhatka (41. 3, 2. ábra) a XX. század 70-es éveiben Dél-Ázsiából került be Európa és Dél-Amerika országaiba; jelenleg (Ausztrália kivételével) gyakorlatilag mindeütt elterjedt, komoly károkat okozva a méhészetnek).

Jegyezzétek meg!

Karantén fajoknak hívjuk azokat a fajokat, amelyek károsítják az ember egészségét és gazdaságát, hiányoznak az ország területéről vagy egyedszámukat speciális eljárásokkal behatárolják.

Néha bizonyos fajok betelepítésének következményeit más fajok betelepítésével szüntetik meg. Így, amikor Ausztrália területére betelepítették a patásokat kiderült, hogy nincsenek ganajtúró bogarak, amelyek képesek a patások ürülékét feldolgozni. Ennek következtében a legelőket vastagon borította az ürülék, amiben tömegesen elszaporodtak a vérszívó rovarok. Ezért rendkívüli gyorsasággal betelepítették Észak-Afrikából ganajtúró bogarakat, amelyek 3 év alatt megújították Ausztrália ökológiai egyensúlyát.

A biológiai szennyezés egyik változata a *mikrobiológiai szennyezés*: az ilyen szennyezés kijuttatása a külső környezetbe (a vízbe, a légkörbe, a talajba, az élelmiszerekbe vagy a háztartási eszközökbe) és a mikroorganizmusok szaporodása, fertőző betegségekhez vagy az élelmiszerek megromlásához, az anyagok romlásához vezet.

Kulcsszavak és fogalmak

toxikánsok, toxinok, xenobiotikumok invazív és karantén fajok.

Ellenőrizétek a megszerzett tudást!



1. Mi jellemző a kémiai szennyezésre? 2. Mi a közös és az eltérő a „toxikáns” és a „toxin”-fogalmak között? 3. Miért veszélyesek a xenobiotikumok a bioszférára? 4. Mit jelent a biológiai környezetszennyezés? 5. Milyen fajokat nevezünk invazívna?

Gondolkodjatok el rajta!



Milyen vizsgálatokat kell végezzen az ember, hogy eldönthesse, betelepíthet-e egy fajt?

Kreatív feladat.



A tanár segítségével határozzák meg a vidékek mérgező növény-, gomba- és állatfajait, és készítenek bemutatót belőlük!

42. §. A KÖRNYEZET MINŐSÉGÉNEK FOGALMA. A KÖRNYEZET-SZENNYEZÉS KRITÉRIUMAI

Emlékezzetek, milyen környezetszennyezés-típusokat ismertek! Mi a tűrészhatár (a faj ökológiai valenciája)? Mi a következő ökológiai vizsgálati módszerek lényege: biotesztelés, bioindikáció és monitoring? Milyen fajokat nevezünk edifikátornak és dominánsnak?

A környezetminőség – az élőhely (természetes és mesterséges, illetve antropogén hatás alatt álló) feltételeinek megfelelése az ember és más élőlények szükségleteinek. A környezet egyes komponensei paramétereinek beállítását, amelyek meghatározzák a környezet elfogadható és megengedhető összetétel- és tulajdonság-változásait, a *környezetminőség normalizálásának* nevezzük.

A környezetminőség normatívái. Az antropogén hatás természetétől függetlenül hoznak létre a környezetre gyakorolt elfogadható hatásra vonatkozó normatívákat.

A környezetszennyező anyagok normatív határértékeivel fejezik ki a környezetszennyező anyagok egységnyi termelt produkcióra vonatkozó megengedhető mennyiségét. Ezeket a számításokat úgy végzik, hogy figyelembe veszik a környezetminőség egészségügyileg megengedett normatív értékeit.

Megengedett fizikai hatások (hőmennyiség, zajszennyezettségi szint, vibráció, ionizáló sugárzás, elektromágneses mezők) **normatíváit** megállapítják minden szennyező-forrásra vonatkozólag. Figyelembe veszik a többi lehetséges forrást is. Az egyetlen Ukrajnában érvényben lévő, erre vonatkozó normatíva a természetes vizekbe juttatott víz hőmérsékletének korlátozása (például, a hőerőművek és atomerőművek hűtővize).

A háztartási vagy ipari szilárd hulladékok képződésének normatívája – az egy egységre jutó hulladékmennyiség (a háztartás egy lakosára, 1 m² kereskedelmi és raktárterület, vagy 1 t termelt produktum) egységnyi idő alatt. A hulladékhasznosítást specializált cégek végzik (42. 1, 1. ábra). Ukrajnában sajnos még a hulladékhasznosítás fő módszere a speciális hulladéktárolókban történő tárolás (42. 1, 2. ábra). A hulladékok csak csekély mennyiségét (kevesebb, mint 10 %-át), főként a fémeket, hasznosítják a valódi másodlagos feldolgozás során. *Gondolkodjatok el rajta:* milyen szerepet játszhatna ennek a problémának a megoldásában a biotechnológia!



42. 1. ábra. A háztartási hulladék hasznosítása: 1 – specializált cégek az újrahhasznosítás előtt válogatják a hulladékot; 2 – A háztartási és ipari hulladékok feldolgozása hiányában létrejönnek a több tucatnyi méter vastag hulladéktárolók, amelyek hatalmas területeket foglalnak el

A természetes környezet komponenseinek elvonásáról szóló normatívákat azért hozzák létre, hogy megóvják a természetes forrásokat, biztosítsák a természetes ökoszisztémák fenntartható működését, és megelőzzék azok degradációját. A természetes források közé tartoznak: a fölkéreg, a vizek, az erdők, a talajok, a hegységek, az állat- és növényvilág stb. A **természeti források általános felhasználását törvényileg** garantálják minden ukrán állampolgárnak a szükségletei kielégítésére, legyen az wellness, pihenés, anyagi, esztétikai stb.

A természeti források speciális felhasználása fizetett, a természetvédelmi törvények betartása mellett az állami hivataloktól engedéllyel rendelkező fizikai és jogi személyek végzik (cégek, intézmények, szervezetek, fizikai személyek – vállalkozók által) termelői vagy egyéb tevékenység kivitelezése céljából.

A megengedett antropogén terhelés normatívái megállapítják az összes antropogén forrásból származó környezetre gyakorolt hatás megengedett értékét egy adott területre (vízterületre) vonatkoztatva. Ennek előfeltétele a természetes ökoszisztémák stabil működésének és a biodiverzitás megóvásának biztosítása.

Egészségügyi normatívák – a kémiai anyagok és mikroorganizmusok koncentrációjának megengedett határértékei, vagy fizikai tényezők környezetre gyakorolt megengedett hatása, amelyek még nem váltanak ki káros hatást az ember és az elkövetkezendő nemzedékek egészségére.

Ökológiai normatívák határozzák meg a környezet paramétereinek megengedett változásait, amelyek meghaladása károsíthatja a természetes ökoszisztémák stabil működését. Az ökoszisztéma sok fajtól áll, amelyek érzékenysége egyes tényezők hatására lényegesen eltérő. Ezért az ökológiai normatívákat azokra a fajokra számolják ki, amelyekről leginkább függ az ökoszisztéma fennmaradása (például az edificátor fajok, a domináns fajok), és amelyek leginkább érzékenyek. (Hozzatok fel példákat!)

Jegyezzétek meg!

A természeti források ésszerű felhasználása előírja az anyag-körforgás és az energia-áramlás megújuló képességét, mind az egyes ökoszisztémákban, mind pedig a bioszféra egészében. Az életminőség koncepciójának fő feladata Az ember fizikai és pszichikai egészségének biztosítása, az ökológiailag tiszta élelmiszerek fogyasztásának növelése, a munka és a pihenés feltételeinek javítása.

A környezet minőség vizsgálatának módszerei. A környezet állapotának értékelése – az egyes paraméterek és mutatók kapott értékeinek összehasonlítása a normatív, átlagos, háttérértékekkel a környezetminőség vagy annak komponensei minőségének megalapításához. Eközben megállapítják a **káros hatás küszöbértékét** – azt a minimális hatást (az egyes anyagok minimális koncentrációját, az egyes fizikai tényezők minimális hatásintenzitását), amely következtében létrejövő változások túlhaladnak az élő fajok tűréshatárán, vagy emellett károsítják az ökoszisztémák stabilitását.

A káros hatás küszöbértéket gyakran **biotesztelés** segítségével állapítják meg. A tesztben különböző organizmusok laboratóriumi kultúráit használják fel: egyes mikroorganizmus, növény-, állatfajokat (42. 2. ábra). A tesztben résztvevők életfolyamatainak károsodása első vagy késleltetett jeleit valamely hatás bizonyos intenzitásakor a káros hatás küszöbértékének tartják.

Az ökológiai monitoring módszer – tudományosan alátámasztott megfigyelési és ellenőrzési rendszer, amely kutatja a külső környezet különböző szervező-



42. 2. ábra. A tesztelésre gyakran felhasznált organizmusok: 1 – papucsállatka; 2 – vizi-bolha; 3 – az akváriumi zebra-dánió

dési szintű objektumainak állapotát és működését, és megbecsli a környezet jövőbeni állapotát (42. 3. ábra). A kapott eredményeket összehasonlítják a normatív értékekkel, és szakértői értékelést végeznek.

42. 3. ábra. Ökológiai monitoring a gyakorlatban: a kísérletvezetők periodikusan rögzítik a műszerek mutatóit, amelyek segítségével vizsgálják a környezet állapotát



Ukrajnában ökológiai monitoringot végeznek az 1991. évi „környezetvédelemről szóló” ukrajnai törvény előírásai értelmében.

A **bioindikációnak** az az alapja, hogy egyes fajok vagy társulások jelenléte vagy hiánya, egyedszámának változásai a környezeti feltételek sajátságos indikátoraiként szolgálnak. *Biológiai indikátorokként* alkalmazzák egyes fajok populációit, amelyek tűréshatára szűk intervallumú bizonyos ökológiai tényezők hatására (sztenobionta fajok – 42. 4. ábra).

Az ökológiai prognózis – a környezeti komponensek főbb paramétereinek jövőbeni bizonyos időintervallumra szóló megbecslése. Ezt úgy végzik, hogy az előző időszakra vonatkozó ökológiai paraméterek statisztikai elemzését alapul véve általánosítják az eredményeket.



42. 4. ábra. Bioindikátor fajok: 1 – juhsóska, ugyanúgy, mint a mezei zsurló a savanyú talajok bioindikátora; a talajlakók: a földigiliszta (2) és a szabadon élő páncélos atkák (3) a talaj termőképességének bioindikátorai lehetnek, bizonyos műtrágyák, peszticidek jelenlétére utalhat

Kulcsszavak és fogalmak

környezet minőség, ökológiai normatívák, biotesztelés, ökológiai prognózis.

Ellenőrizték a megszerzett tudást!



1. Határozzátok meg a „környezetminőség” fogalmát! 2. Mi a biotesztelés módszerének alapja? Hogyan alkalmazzák a környezetminőség értékelésére? 3. A környezetminőség milyen egészségügyi és ökológiai normatíváit ismeritek? 4. Mi az ökológiai monitoring lényege? 5. Mi a bioindikációs módszerek alapja? Milyen bioindikátor-fajokat alkalmazhatnak a környezet állapotának megállapítására? 6. Mi a célja az ökológiai prognózisnak?

Gondolkodjatok el rajta!



Milyen a jelentősége az ökológiai prognózisban a matematikai modellezésnek? Hozzatok fel példákat!

43. §. A LÉGKÖRRE GYAKOROLT ANTROPIKUS HATÁS. A LÉGKÖRI LEVEGŐSZENNYEZÉS KÖVETKEZMÉNYEI ÉS A LÉGKÖR VÉDELME

Emlékezzetek, milyen organizmusok fotoszintetizálnak, miközben oxigént választanak ki? Milyen organizmusok képesek megkötni a légköri nitrogént? Milyen jelentőséggel bír az ózonzóréteg a bioszféra számára? Milyen fajok az edificátorok? Milyen szerepük van az ökoszisztémák működésében?

Már tudjátok, hogy a légkör a bolygónk gázburka, aminek felső rétege az űrbe megy át. A légkör alsó része kapcsolatban áll a hidroszféra és a litoszféra felszínével, miközben hat is rá (43. 1. ábra).

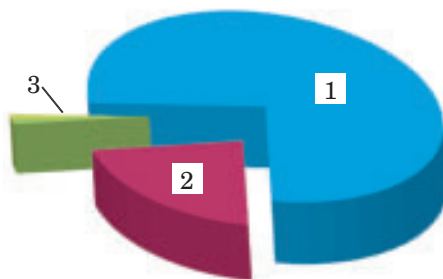
Feladat. A földrajz ismereteiteket felhasználva, és más források segítségével, készítsetek közleményeket a légkör struktúrájáról és gázösszetételéről, és azokról a jelenségekről, amelyek benne zajlanak le!

Már tudjátok, hogy fotoszintézis során a növények és a cianobaktériumok a légkörből szén-dioxidot vesznek fel és oxigént adnak le. A szén-dioxid gáz az organizmusok légzése folyamán választódik ki, illetve a szerves anyagok élőlények általi lebomlása következtében szabadul fel. Az organizmusok hatást gyakorolnak a légkör nitrogén-koncentrációjára is. A légkörben a szerves vegyületek lebomlásakor kerül vissza, főként ammónia formájában. Az organizmusok tevékenysége kiváltja más gázok légkörbe jutását is – kénhidrogén, metán, stb.

A légkör jelenkori ökológiai problémái – levegőszennyezés, savas esők, üvegházhatás és az ózonzóréteg sérülése.

A légköri levegőszennyezés. A légkört az ember és más organizmusok egészségre káros ipari szennyezőanyagok, a szállítóeszközök kipufogógáza szennyezi (kénvegyületek, ammónia, metán, nehézfémek). Az építőipar és a szénkitermelő cégek a forrásai a légkör technikai porral való szennyezésének.

Savas esők. Az olyan gáz állapotú szennyező anyagok bekerülése légkörbe, mint a kén (IV) oxid (SO_2) és a nitrogéndioxid (NO_2) kapcsolatba lép az oxigénnel és a párával kénessavvá (H_2SO_3) és salétromsavvá (HNO_3) változik az aeroszol-



43. 1. ábra. A légkör földfelszín-közeli gázösszetétele: 1 – nitrogén (N_2) – 78,09 %; 2 – oxigén (O_2) – 20,95 %; 3 – argon (Ar) – 0,93 %, szén-dioxid (CO_2) – 0,03 %; pára – 0,02–4 %

43. 2. ábra. Az SO₂ és NO₂ gázok bejutva a légkörbe kölcsönhatásba lépnek a párával; az így keletkező párat a légtömegek felkapják és kondenzálódva a földre hull savaseső formájában, kárt okozva a szárazföldi (1) és a vízi (2) ökoszisztémákban



ban (évente a légkörbe közel 160 millió t SO₂ és NO₂ jut). Ez okozza az ún. savas esőket, ami miatt kihalttá válnak az édesviziek, pusztulnak az erdők, elvész a termés. A biogén elemek kimosódása a talajokból, és a toxikus elemek bejutása lassítja a fák növekedését, kiváltja a pusztulásukat (43. 2, 1. ábra), negatívan hat az állatvilágra. A kén (IV) oxid (SO₂) ingerli a szem nyálkahártyáját és a felső légutakat; a nyálkahártyákon és a léghólyagocskákban kénsavvá oxidálódik, ami könnyen bejut a véráramba.

Jegyezzétek meg!

A **savas eső** – olyan csapadék (eső, köd, hó), amelyek savassága meghaladja a normális szintet (pH= 5,6). A leggyakrabban olyan országokban találkozunk vele, ahol jól fejlett az energetika.

Az SO₂ antropogén kibocsátásának csökkenése az elmúlt negyven év alatt azért volt lehetséges, mert sok nemzetközi szervezet, különösen a világbank erőfeszítéseket tett. 1976-ban az észak-európai és Skandináv országok (amelyek területe leginkább érintett) kormányai kezdeményezésére. Javasolták az **ország-határon áterjedő légszennyezésről szóló európai konvenciót** (Göteborgi jegyzőkönyv, 1999). Szintén hatályban van több európai direktíva, amelyek behatárolják a magas kéntartalmú üzemanyagok alkalmazását.

Van olyan szennyezőanyag, amelynek negatív hatása csak bizonyos idő elteltével érzékelhető. Például, a benzpirén, ami különböző típusú üzemanyagok (például kőolaj-termékek) elégeésekor keletkezik. Az emberi szervezetbe bejutva táplálékkal, légutakon vagy bőrön keresztül még kis koncentrációban is képes onkológiai megbetegedéseket okozni. A benzpirén képes **bioakkumulációra**, vagyis felhalmozódik a szervezetben.

A légkörbe jutó por és az aeroszolok közvetítői a páralecsapódásnak és a felhőképződésnek.

Az üvegházhatást a légkörben az ipari tevékenység, a közlekedés, az erdőirtás miatt felhalmozódó szén-dioxid hozza létre. Ennek eredményeképpen a nap-sugarak energiája visszaverődve a földfelszínről, nem tud visszajutni az űrbe, mivel a különböző gázok, főként a pára, a szén-dioxid, a metán, feltartják azokat. A Föld felszíni hőmérséklete növekszik. A globális felmelegedés következményei:

- növekszik az anomális klíma-jelenségek gyakorisága, amelyek következménye az ember számára gyakran katasztrofális (árvizek, hurrikánok);
- az évszakok beköszöntének változásai (főként az ősz és a tavasz) előidézik az állatok és a növények areájának változásait; ezt kíséri az idegen fajok helyi ökoszisztémákban való megjelenése;



1



2

43. 3. ábra. 1. Korallzátony – nagyproduktivitású tengeri ökoszisztéma, amitől az egész világóceán produktivitása függ; 2 – elpusztult korallzátony

- a világóceán vízszintjének megemelkedése és vizeinek elsavasodása. Ez lehet az egyik oka a korallzátonyok pusztulásának (43. 3. ábra).

Feladat: a tanár segítségével, felhasználva a szakirodalmi és az internetes forrásokat, egészítsük ki ezt a felsorolást!

Az üvegházhatású gázok légkörbe-juttatásának csökkentése érdekében 1997-ben sok ország kormánya (jelenleg 191 van köztük) a japán Kiotó városában aláírták a **Kiotói Egyezményt**. Ez a nemzetközi egyezmény kötelezi a fejlett, és a fejlődő országok kormányait az üvegházhatású gázok légkörbe-juttatásának csökkentésére vagy stabilizálására. 2015-ben a Kiotói Egyez-

ményt felváltva, elfogadták a Párizsi Egyezmény, amely kötelezi minden ország kormányát, 2020-tól kezdve csökkenteni a szén-dioxid kibocsátást.

Az ózonréteg sérülése. Az ózonréteg kialakulásának fő mechanizmusa a kétatomos oxigén fotokémiai átalakulása ultraibolya-sugárzás következtében. Az ózon jelentéktelen mennyisége keletkezik a levegő elektrosztatikus ionizációja során, főként villámláskor (*Emlékezzetek az ózon tulajdonságaira, amit a kémia órákon tanultatok!*) Az ózonréteg sztratoszféra része: a trópusoknál 25–30 km magasságban található, a mérsékelt öv felett 20–25 km magasságban, a pólusoknál 15–20 km. Az ózonréteg képes befogni az ultraibolya-sugárzást (főként a rövidhullámú sugárzást, ami képes mutációt kiváltani). Az ózonréteg elvékonyodásának az oka a klór-fluor-szénhidrogén vegyületek légkörbe jutása.

Kulcsszavak és fogalmak

savas esők, üvegházhatás.

Ellenőrizték a megszerzett tudást!



1. Nevezzétek meg a légszennyezés antropikus forrásait! 2. Hogyan hat az energiaforrások intenzív felhasználása az atmoszféra állapotára? 3. Milyen hatása van a savas esőnek a bioszférára? 4. Mi az üvegházhatás? Milyen lehetséges következményei vannak ennek a jelenségnek? 5. Milyen klímaváltozási tendenciák vannak? Milyen következményeik lehetnek?

Gondolkodjatok el rajta!



Miért kizárólag a vízben létezhetett az élet a bioszféra fejlődésének kezdeti szakaszán?

44. §. A HIDROSFÉRA GYAKOROLT ANTROPIKUS HATÁS. A VIZEK VÉDELME

Emlékezzetek a víz szerkezetére, tulajdonságaira és funkcióira! Mik azok a makro- és mikroelemek? Mi alkotja a hidroszférát?

Ahogy már tudjátok a hidroszférát alkotják: az óceánok, a gleccserek, a felszíni és a talajvizek (a litoszférában vannak), a kontinentális vizek (folyók, tavak, mocsarak, mesterséges édesvizek).

A **világóceán** bolygónk felületének közel 71 %-át borítja. Az óceánok víztömegeinek lassú cseréje következtében az óceánok vizeinek kémiai összetétele viszonylag állandó; a világóceán átlagos só koncentrációja 35 %. A **kontinentális vizek** biztosítják a szárazföldi ökoszisztémák normális működését, kielégítik az emberek és az állatok ivóvíz igényét, illetve a növények tápanyaghoz jutását.

A **gleccsereknek** fontos hatása van bolygónk bizonyos régióinak klímájára, főként azokéra, amelyek a déli és az északi sarkhoz közel húzódnak. Kiváltják a légköri levegő és víztömege hőmérsékletének csökkenését a magas olvadáshőjének köszönhetően (elnyeli a Földre eső napenergia közel 2 %-át). A gleccserek a forrásai egyes nagy folyóknak. A **felszín alatti vizek** a földfelszín, a felszíni vizek és vízfolyások alatt találhatóak, feltöltik a hegyek pórusait, hasadásait és más üregeit cseppfolyós, szilárd vagy gáznemű állapotban. A felszín alatti vizek a felszíni vizekkel fontos szerepet játszanak a bioszféra víz-körforgásában.

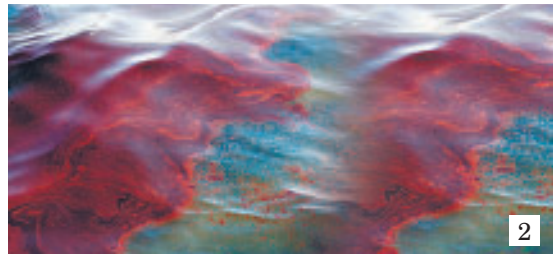
Jegyezzétek meg!

A felszín alatti vizek megújuló források. Ezeket felosztják: háztartási ivóvízre (nem tartalmaznak az egészségre káros vegyületeket is mikroorganizmusokat), ipari vízre (az ipari termelés különböző ágazataiban alkalmazzák), ásványvizekre (jellemző rájuk bizonyos biológiailag aktív (főként ásványi) vegyületek magas koncentrációja, aminek köszönhetően gyógyhatásúak) és termásvizekre (a hőmérsékletük meghaladja a +20 °C-ot, szintén gyógyhatásúak).

A magas hőelnyelő képessége miatt a hidroszféra hatást gyakorol bolygónk klímájára.

A **vizek állapotára gyakorolt antropikus hatás**. Ez főként ipari és háztartási szennyvizekkel, peszticidekkel, műtrágyákkal való szennyezés, amelyek az agrocönózisokból kerülnek a vizekbe. A vizek egészségügyi állapotának romlása, illetve vízforrások ésszerűtlen felhasználása növeli az ivóvíz-problémát. A modern módszerek alkalmazása ellenére az ipari és a háztartási szennyvizek tisztítása során a legstabilabb szennyező anyagok 10 %-a a vízben maradhat. Ezért a szennyvizeket még a tisztítottakat is, háztartási célra csak korlátozva lehet használni.

A tisztítatlan vagy nem eléggé tisztított szennyvizek bejutása a természetes vizekbe ellehetetleníti az ilyen vizek pihenésre vagy horgászatra való használatát. A foszfor- és a nitrogénvegyületek vizekbe jutása kiváltja a cianobaktériumok tömeges elszaporodását. *Emlékezzetek*: ezt a jelenséget nevezzük „vízvirágzásnak”, ami kiváltja más hidrobionták tömeges pusztulását (oxigénhiány és toxikus vegyületek hatásán keresztül, amelyeket a cianobaktériumok termelnek –



44. 1. ábra. Az emberi tevékenység vizek állapotára gyakorolt hatása: 1 – a cianobaktériumok tömeges elszaporodása által előidézett vízvirágzás a Kanyivsvzkai víztározóban; 2 – A kőolaj-szállító hajók és a tengeri olajfúró tornyok balesetei által előidézett veszélyes vízszennyezés

44. 1, 1. ábra). A víz lakóinak tömeges pusztulását váltják ki a kőolaj-szállító hajók és a tengeri olajfűró tornyok balesetei, melyek következtében a víz jelentős felszínét olaj réteg borítja be (44. 1, 2. ábra).

Az ivóvízhiány már ma is komoly probléma, ami évente egyre csak növekszik. Évről évre nő az elfogyasztott édesvíz mennyisége: míg 1900-ban 580 km^3 volt, már 2050-re közel 60 ezer km^3 . Ez a tendencia azzal áll kapcsolatban, hogy növekszik bolygónk népessége és ipari termelése. Manapság ivóvíz-hiánytól szenved bolygónk lakosságának 40 %-a. 2030-ig több, mint 5 milliárd ember (akkor ez több mint 67 %-a lesz a Föld lakosságának) nem fog hozzájutni a szennyező anyagoktól megfelelően megtisztított vízhez.

Jegyezzétek meg!

Mindannyian tehetünk az ivóvíz-hiány problémájának megoldása érdekében: gazdaságosan kell fogyasztani a vizet, nem szabad közömbösnek lenni és indokolatlanul használni.

Feladat. Tegyetek javaslatokat a hideg és a melegvíz felhasználás mértékének csökkentésére, ami lehetőséget nyújt a közüzemi számlákon való spórolásra!

A lokális ivóvíz-hiány elkerülésének egyik fő módszere a vízfolyások szabályozása gátak építésével, amelyek mesterségesen szabályozzák az alacsonyabban fekvő folyók vízhozamát. Például, a Dnyeper folyón hat gátat építettek. Ugyanakkor, a vízfolyások szabályozása negatív hatásokat is eredményez. A mesterséges tengerszemek létrehozása (a Dnyeper víztározóinak kaszkádja) lassítja a vízfolyást, aminek következtében eliszaposodik a víztározó. A tározókban felhalmozódnak a hordalékok, amelyek csökkentik a használati idejüket (100–500 év).

A vizek hidrológiai rendjének változása (mélység, folyási sebesség, sótartalom) mesterséges tengerszemek létrehozását idézi elő. A gátak építése a hasznosítható földterületek elöntéséhez és parterozióhoz vezet. A másik következménye ennek a halak vándorlásának akadályozása. Például, a Dnyeperből majdnem kipusztultak a tokhalak, mivel azok vándorlási útvonalai a Fekete-tengertől el voltak zárva.

Az ivóvíz minőségének ellenőrzésére különböző módszereket alkalmaznak, meghatározzák az *Escherichia coli* baktériumok sejt számát adott térfogatra vonatkoztatva. Az Állami Egészségügyi szabályok és „Az emberi fogyasztásra alkalmas ivóvíz egészségügyi követelményei” nevet viselő norma (Ukrajna Egészségügyi Minisztériuma 2010-ben fogadta el) értelmében 1 cm^3 vizsgált vezeték ivóvízben ez a sejt szám nem haladhatja meg a 100-at (2020-tól az 50-et), a palackozott vízben pedig a 20-at. Ugyanakkor a patogén egysejtűek sejtjei és cisztái, a férgek petéi nem lehetnek jelen a vizsgált vízben.

Jegyezzétek meg!

A **koli-index** az *Escherichia coli* sejtek mennyiségét mutatja 1 l vízben. Az állami szabványok a víz nehézfém-tartalmáról is szólnak.

Lehetséges a vizek radioaktív szennyeződése is, ami kapcsolatban áll a radioaktív háttér sugárzás növekedésével a vízi környezetben, vagy az antropogén hatással. A természetes vizek radioaktivitása függ: a radioaktív ásványoktól és talajoktól, amelyek kapcsolatba lépnek a vizekkel, a radioaktív anyagok vizekbe



44. 2. ábra. A radioaktív hulladékok elhelyezése: 1 – a tároláshoz szükséges fémhordók; 2 – az elhelyezett atomhulladékok helye a világóceánban

való kibocsátásakor, és a felszín alatti vizekbe való bejutásakor (például, a földalatti atombomba kísérletek következtében).

Nagyon veszélyes jelenség radioaktív hulladékok elhelyezése a világóceán mélyén (44. 2. ábra). Radioaktív hulladékok ilyen jellegű elhelyezése azért veszélyes, mert a konténerek élettartalma viszonylag rövid: 10 év után a fémhordók már elkezdnek tönkremenni, 30 év után a betonkonténerek. Ezenkívül, a világóceánban elsüllyedt 6 atom-tengeralattjáró, 9 atomreaktor (hajók, műholdak reaktorai), 50 atomfegyver (rosszul sikerült rakétakísérletek következtében). Szennyezik a hidroszféra az atombomba-kísérletek is. 1945 óta több, mint 2420 atombomba-kísérletet végeztek a különböző geoszférákban.

Kulcsszavak és fogalmak

koli-index.

Ellenőrizték a megszerzett tudást!



1. Jellemezzétek a hidroszféra struktúráját! 2. Nevezzetek meg bolygónk felszíni vizeinek alkotóit!

3. Milyen szerepe van a felszín alatti vizeknek a bioszféra működésében? 4. Milyen módon lehet megoldani az ivóvízhiány problémáját? 5. Nevezzétek meg a világóceán szennyezésének fő forrásait!

Gondolkodjatok el rajta!



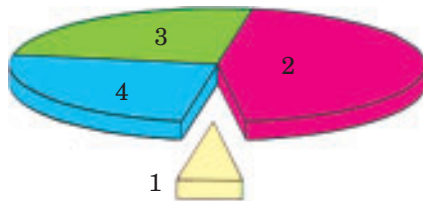
Miért utal a vizek szennyezésére az Escherichia coli sejtek megnövekedett száma?

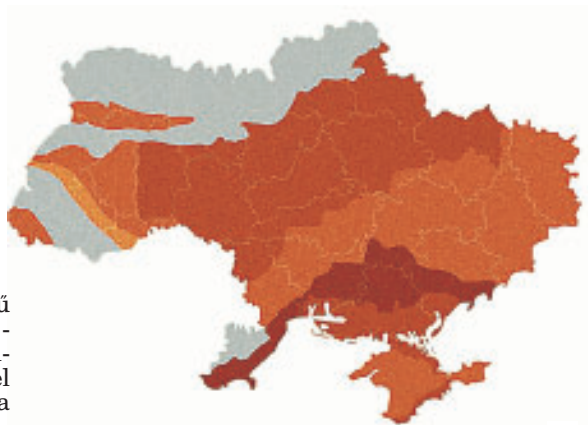
45. §. AZ ANTRÓPIKUS TALAJSZENNYEZÉS FŐ FORRÁSAI, ÉS KÖVETKEZMÉNYEI

Emlékezzetek a talaj, mint élő környezet sajátosságaira! Milyen organizmusok élnek a talajban? Milyen szerepük van a talajképződésben? Mik azok a reducsenek?

Már tudjátok, hogy a talaj litoszféra felső laza rétege, amelyet különböző organizmus csoportok hoznak létre: baktériumok, gombák, moszatok, a magasabb rendű növények földalatti részei, állatok. A talajok egyik fontos jellemzője a **termékenység** a növények életfolyamataihoz szükséges anyagok biztosításának képessége.

45. 1. ábra. A talaj különböző fázisainak ideális aránya: szerves anyagok (1), ásványi anyagok (2), levegő (3) és nedvesség (4)





45. 2. ábra. 1. Csernozjom – sötét színű humuszban gazdag talajok. 2. Ukrajnában a csernozjom területe 27,8 millió ha, ami az ország területének közel 46 %-a (Feladat: Határozzátok meg a csernozjomban leggazdagabb régiókat!)

2

A talaj összetételében három különböző fázist különítenek el: *szilárd* (különböző méretű talajszemcsék), *cseppfolyós* (talajvíz) és *gáznemű* (levegő – lásd: 45. 1. ábra). A légköri levegővel való gázcsere során szén-dioxid szabadul fel és oxigén nyelődik el, ezt a folyamatot nevezzük **talajlégzésnek**.

Ukrajna talajai. Ukrajna teljes területe 60,355 millió ha, ebből 34,4 művelhető terület, 2,2 kaszáló, 4,8 legelő. Ukrajna feltételeinek sokfélesége okozza az ország talajainak sokféleségét: közel 650 talajtípust különböztetnek meg. (Emlékezzetek, milyen talaj-típusokat ismertek!). Ukrajna valódi gazdagsága a csernozjom, ami a világ ilyen típusú termékeny talajainak tizede (45. 2. ábra).

A talajra gyakorolt antropikus hatás és következményei. A természetes ökoszisztémák részéinek felszántása és az erdők irtása, amelyek biztosítják a talajvíz optimális szintjét és megvédik a talajt a szélről, talajerózióhoz vezet. Emlékezzetek: a **talajerózió** (lat.: *erodo* – lekoptat, elhord, lerág) – a talaj felső termékeny rétegének elvékonyodása kimosódás vagy szél általi elhordás következtében (45. 3. ábra). Amikor a vízmosás következtében létrejövő kisebb aszóvölgyek egyesülnek, megfigyelhető az eroziós völgyek kialakulása, különösen a meredek folyópartokon (például a Dnyeper). Az aszóvölgyek és a hozzájuk tartozó részek alkalmasak a mezőgazdasági termelésre.

Ukrajna intenzív mezőgazdasági termelése következtében erodált talajainak területe évente 60–80 ezer ha-ral növekszik. Eközben a 20 réteg minden cm-ének elvesztése a potenciális szemtermést 0,5–2 mázsa/ha-ral csökkenti.



45. 3. ábra. Talajerózió: 1 – szélérozió; 2 – árkos erózió

Jegyzétek meg!

A mezőgazdasági termelés extenzív módja kapcsolatban áll a mezőgazdasági produkció mennyiségének növelésével az agrocönózisok területének növelése által.

A mezőgazdasági termelés intenzív módja kapcsolatban áll a termőképesség növelésével (olyan mennyiségű produkció, amelyet adott egységnyi területen állítanak elő); ennek érdekében az ember a legmodernebb módszereket alkalmazza, amelyek csökkentik a talaj termőképességére gyakorolt negatív hatást, felhasználva legjobban természetű növényfajtákat és lejobban tenyészhető állatfajtákat.

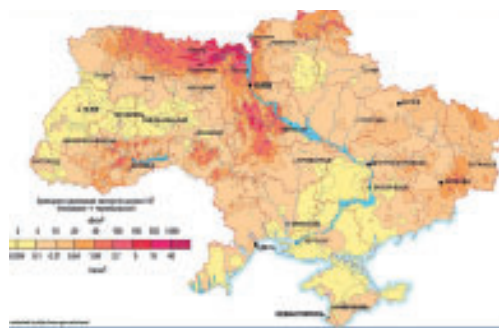
Feladat. A mezőgazdasági termelés intenzív módja sok befektetést igényel, de lehetőséget nyújt csökkenteni a művelt talajok területét, és növelni a természetvédelmi, parkos területek méretét. Tegyetek javaslatot az intenzív mezőgazdasági termelés gazdaságos módjára a régiótokban!

További ok arra, hogy csökkentsük a megművelt talajok területét – az elszikesedés és az ésszerűtlen öntözés. A túlzott öntözés megnöveli a talajvíz szintjét, a talajfelszínen kirakódnak a sók. (*Gondolkodjatok el rajta, miért!*) Negatívan hat a talaj termőképessége és lakosaira a peszticidek alkalmazása. A peszticidek túlzott mennyisége szennyezi a természetes ökoszisztémákat, illetve az élelmiszereket, az ivóvizet, amelyekkel bejuthatnak az ember szervezetébe.

Ukrajna talajainak közel 20 %-a mérgező vegyületekkel szennyezett: radionuklidokkal, nehézfémekkel stb. A talajszennyezés fő forrásai: az ipari, energetikai és mezőgazdasági objektumok; a közlekedés (kipufogógázok). A nagy ipari komplexumok környékén a toxikus anyagok általi szennyezés rádiusza 1–20 km is lehet, a koncentrációjukat a talajban 5–10-szer is meghaladhatja a megengedett értékeket.


A radionuklidokkal szennyezett mezőgazdasági területek mérete Ukrajnában közel 6,7 millió ha (ebből 3,7 millió ha a Csernobili katasztrófa zónájában található; 45. 4. ábra). A radionuklidokkal szennyezett talajokon végzett mezőgazdasági tevékenység azzal a veszéllyel jár, hogy a növénytermesztés és az állattartás (hús, tej és tejtermékek) árucikkeibe kerülnek. Ezért talajjavító munkálatokat kell elvégezni, főként meszeztést (ami csökkenti radionuklidok mozgását a talajban), és növelni kell kálium tartalomú műtrágyák mennyiségét (a kálium hiánya annak kémiai analógjának – a céziumnak (^{137}Cs) – a növényekben való felhalmozódásához vezet). A tápok szennyezettségi szintjének megnövekedése az állattartás termékeinek szennyezettségi szintjét is növeli.

Tehát, az ukrajnai talajok ökológiai állapotának javításához, megőrzéséhez és termőképességének javításához át kell állni az intenzív mezőgazdasági termelésre. Ez a legújabb



45. 4. ábra. Ukrajna radionuklidokkal szennyezett talajai (*Feladat:* Ukrajna térképét használva határoljátok be a legszennyezettebb régiókat!)

talajmegmunkálási technológiák széleskörű alkalmazását, a szerves trágyák arányának növelését, csak a gyorsan lebomló és a talajlakókat nem károsító műtrágyák használatát jelenti. Ezenkívül erősíteni kell a talajok védelmét peszticidekkel, nehézfémekkel, radionuklidokkal való szennyezéstől.

 A talaj termékenysége megőrzésének és javításának fontos eleme a **vetésforgó** használata – a mezőgazdasági kultúrák időben és térben való tudományosan megalapozott váltakozása. Vagyis, egy adott növényfaj állandó termesztése egy bizonyos területen gyorsan kimeríti a talajt, mivel egyes növényfajok képesek bizonyos kémiai elemekből többet felhasználni, mint mások. A vetésforgó használata során alkalmazott kultúrákat úgy helyezik el a mezőkön, hogy mindegyik csak 3–4 évente kerüljön ugyanarra a mezőre. Szintén fontos figyelembe venni az előző fajok hatását a következő fajokra. Fontos eleme a vetésforgónak a *parlag* – olyan mezők, amelyeket nem foglalnak el sem kultúrnövények sem gyomok (általában egy évig).

Jegyezzétek meg!

A vetésforgó csökkenti a talaj kimerültségét, növényi betegségek és kártevők megjelenésének rizikóját. (*Gondolkodjatok el rajta, miért!*)

Kulcsszavak és fogalmak

talajtermékenység, extenzív és intenzív mezőgazdasági művelés, vetésforgó.

Ellenőriztétek a megszerzett tudást!



1. Jellemezzétek Ukrajna talajainak jelenlegi állapotát! 2. Miért veszélyes a különböző típusú talajerózió? 3. Mik a talajszennyezések fő forrásai? 4. Milyen talajmegmunkálási módszerek károsítják legkevésbé a talajstruktúrát? 5. Nevezzétek meg a talajvédelem fő módjait! 6 Miben különbözik egymástól a mezőgazdasági területek megművelésének intenzív és extenzív módja? Melyik progresszívebb?

Gondolkodjatok el rajta!



1. Szerintetek a kártevők elleni harc során miért kell inkább biológiai és genetikai módszereket alkalmazni a kémiai módszerek helyett? 2. Magyarozzátok meg, miért érdemes a vetésforgóba hüvelyeseket tenni?

Kreatív feladat.



A tanár segítségével felhasználva a szakirodalmat és az internetes forrásokat, elemezzétek a vidékek talajainak állapotát, és tegyetek javaslatokat a feljavításukra!

46. §. A BIODIVERZITÁSRA GYAKOROLT ANTROPIKUS HATÁS

Emlékezzetek, mi a biodiverzitás!? Milyen kapcsolat van az ökoszisztémák biodiverzitása és stabilitása között? Mi a biocönotikus krízis? Mi a genom, genotípus és a génállomány? Milyen szennyezéstípusokat ismertek?

A biodiverzitás elv. **Emlékezzetek:** a **biodiverzitás** (ang.: *biodiversity* – **biológiai sokféleség**) – az élet minden megjelenési formájának sokfélesége, illetve a biológiai rendszerek szerveződésének összetettségi mutatója – komponenseiknek sokfélesége. Megkülönböztetjük *genetikai* (gének és jellegállapotok sokféleségét), *faji* (az ökoszisztémák fajainak sokféleségét), *ökoszisztémás* (az ökoszisztémák



46. 1. ábra. Ökoszisztéma kis (1 – tundra) és nagy (2 – Dél-Amerika egyenlítői, trópusi erdei) faji sokfélesége

sokféleségét egy területen) sokféleséget. A biodiverzitás a különböző szerveződési szintű biológiai rendszerek életképességének és stabilitásának legfontosabb mutatója.

A különböző ökológiai igényű fajok együttélése lehetőséget nyújt a társulásnak alkalmazkodni a külső hatásokhoz, amelyek lehetnek stresszhatások is. (*Hozzátok fel példákat!*) Biodiverzitás nő a pólusok felől haladva az egyenlítő felé (46. 1. ábra), és a tengeri éghajlattól a kontinentális felé; a biodiverzitás csökken azokban az ökoszisztémákban, amelyek stressz hatása alatt állnak.

A nagyobb faji sokféleséggel jellemezhető ökoszisztémáknak nagyobb esélye van a hosszabb fennmaradása, mint azoknak az ökoszisztémáknak, amelyek a faji sokfélesége csekély. (*Gondolkozzatok el rajta, miért!?*) Törődve egy biológiai rendszer (a populációtól a bioszféráig) biodiverzitásának megőrzésével, törődnünk kell a génállományának megővésével is.

Jegyezzétek meg!

A **biodiverzitás elv** lényege az, hogy a biodiverzitás mértéke a biológiai rendszerek életképességét határozza meg egy fajon belül, az egyes ökoszisztémákban és a bioszféra egészében.

Ukrajna biodiverzitása. Ukrajna földrajzi feltételeinek sokfélesége kiváltja jelentős biodiverzitását. Az ország régiói három természetes zónán (vegyes erdő, erdős-sztyepp és sztyepp) területein fekszik, illetve két hegyvonulat található rajta (Kárpátok és a Krími-hegység). Területén keresztül vezet sok állatfaj vonulási útvonala (főként madaraké). Az ország területén több mint 70 000 faj fordul elő. Ukrajna állat- és növényvilága sok ritka, reliktum és endemikus fajt tartalmaz, amelyek védelmet igényelnek.

Feladat. Különböző információforrásokat felhasználva tudjátok meg az Ukrajna területén élő taxonómiai egységek számát! Készítsetek mini projekteket a különböző taxonokhoz tartozó fajok számáról, amelyek jellemzőek a vidéketekre!

A biodiverzitásra gyakorolt antropikus hatás. A bioszféra biodiverzitása nem állandó, folyamatosan változik. Már említettük, hogy az ökoszisztémák faji sokfélesége növekszik a fejlődés – szukcessziós folyamat során, a bioszféra egészét tekintve pedig az evolúció során. (*Emlékezzetek a divergencia mechanizmusaira!*)



46. 2. ábra. A bolygónkról 1600 óta eltűnt egyes fajok: 1 – erszéyes farkas (Tasmániában élt, utolsó példánya 1936-ban pusztult el az ausztráliai Hobart város állatkertjében); 2 – Steller-tengeritehén (Tengeritehenek rendje; a Komodo (sziget) közelében élt, a Bering-tengerben; utolsó példányát 1768-ban pusztították el); 3 – a kínai tavi delfin (kínai édesvizi delfin; Kelet-Kína központi részeinek vizeiben élt; 2007-ben halt ki); 4 – mauritiusi dodó (dodó; a galambalakúak rendjéhez tartozó röpképtelen madár; a Mauritius szigeteken élt (Indiai óceán) a XVII. században pusztult ki); 5 – őstulok (utolsó példánya 1627-ben pusztult el a mai Lengyelország területén)

Bolygónk jelenkori biodiverzitását és a természetes ökoszisztémáinak stabil létezését az antropikus hatás fenyegeti. Fajok tűnnek el azok irtása, élőhelyük károsítása, a környezetszennyezés miatt. A mai biodiverzitás csökkenésének okai között szerepel a természeti források ésszerűtlen felhasználása, a Föld népességének megállíthatatlan növekedése, hogy nem akarjuk megérteni mennyire fontos a biodiverzitás a bioszféra fennmaradásában. Közvetlen kiirtás fenyegeti azokat a növény-, állat- és gombafajokat, amelyeknek ipari vagy esztétikai jelentősége van, felhasználják az orvoslásban stb.

Az ember irtja a saját, beszűkült szemszögéből „kártévő” fajokat. Például, Tasmánia kormánya, ahol az erszéyes farkas utolsó populációja élt, úgy döntött, hogy ez a ragadozó jelentős károkat okoz az állattenyésztésben, és előidézte ennek a fajnak a kiirtását (46. 2, 1. ábra).

A tudósok számítása szerint 1600-tól¹ a94 madárfaj és 164 alfaj tűnt el, 63 emlősfaj és 70 alfaj. Például, eltűnt az őstulok, a Steller-tengeritehén, az erszéyes farkas, a remetegalamb (dodó), a tavi delfin (46. 2, 1–5. ábra). Jelenleg a kihalás szélén áll 25 000 növényfaj, 200 emlős faj, 250 madárfaj, több tízezer gerinctelen állatfaj. Veszélyeztetett helyzetben vannak a kollektív értékű ritka fajok is (például bizonyos trópusi lepkék, puhatestűek).

¹ 1600-at nem véletlenül választották kiindulási pontnak. Ekkor jelentek meg a növény-és állatfajok első leírásai, ugyanebben az időben kezdett erősödni az ember természet-re gyakorolt hatása.

Jegyzétek meg!

A természetben nem léteznek „káros” vagy „hasznos” fajok. Ezek a fogalmak egyes fajok az ember gazdaságára gyakorolt szerepét határozzák meg. A természetes ökoszisztémákban minden faj fontos résztvevő (például, az élősködők szabályozzák a gazdaszervezet populációjának egyedszámát, a ragadozók a zsákmányukét, a vérszívó rovarok lárvái táplálékbázisként szolgálnak sok hidrobionta számára).

Negatívan hat a biodiverzitásra az erdők intenzív irtása, aminek következtében tömegesen tűnnek el az állat- és növényfajok. Visszafordíthatatlan károsodást okoznak az ökoszisztémákban és a bioszférában a különböző típusú szennyezések (mechanikus, fizikai, kémiai, biológiai). Emlékezzetek, milyen kárt okoz a helyi ökoszisztémákban a rájuk nem jellemző fajok betelepítése, amelyek versenyképesebbek a helyi fajoknál.

Ha nem lassul a fajok kihalási tempója, a világ olyan biocönotikus krízissel kerülhet szembe, ami antropikus jellegű. Ennek elkerülése érdekében az embernek meg kell jegyezni:

- bármely faj unikális, és fontos szerepe van az ember számára;
- a biodiverzitás megőrzése – a források megőrzése, amelyek szükségesek a bolygónk génállományának megőrzése szempontjából;
- a bolygónk biodiverzitásának megőrzéséhez nem elég a kormányok és a társadalmi szervezetek egységes fellépése, de hatásos felvilágosító tevékenység is szükséges;
- az egyes területek és a bioszféra biodiverzitásának megőrzésére irányuló tevékenységeknek a tudományos alapokon létrehozott, nemzeti és nemzetközi előírásoknak megfelelően kell zajlania.

Kulcsszavak és fogalmak

biodiverzitás (biológiai sokféleség).

Ellenőrizzék a megszerzett tudást!



1. Mi a biodiverzitás? Mi jellemző rá? 2. Mi a biodiverzitás elvének lényege? 3. Mivel jellemezhető Ukrajna biodiverzitása? 4. Miben nyilvánul meg az emberi tevékenység negatív hatása a bioszféra biodiverzitására?

Gondolkodjatok el rajta!



Hogyan kell változnia az emberi hozzáállásnak a bioszféra biodiverzitásához annak érdekében, hogy elkerüljük a globális biocönotikus krízist?

Kreatív feladat.



Egyesüljétek csoportokba! Vizsgáljátok meg vidéketek biodiverzitását, és készítsétek erről a témáról bemutatókat!

47. §. A JELENLEGI BIODIVERZITÁS MEGŐRZÉSÉNEK MÓDJAI

Emlékezzetek, mi a biodiverzitás!? Mi az ökológiai monitoring? Milyen formában végzik az ökológiai monitoringot? Mi a génbank és a klónozás? Mi a minimálisan életképes populáció? Mi a rokonkeresztezés (inbreeding) és milyen következményei vannak?

A jelenlegi biodiverzitás megőrzésének főbb irányzatai. Mindenekelőtt részletesen meg kell vizsgálni az egyes ökoszisztémák növény-, gomba-, állat- és prokarióta fajait, az országok és a kontinensek flóráját és faunáját. Folyamatosan monitorozni kell a biodiverzitást: lokálisan, regionálisan, állami szinten, globálisan. Meg kell védeni a környezetet a különböző szennyezésektől: a mechanikus, a fizikai, a kémiai, a biológiai szennyeződésektől.

A biodiverzitás védelme lehetetlen a **megfelelő törvények létrehozása és a nemzetközi együttműködés** nélkül. Az ENSZ 1992. június 5-én Rio de Janeiróban rendezett Környezet és fejlődés konferenciáján (Brazília, Föld-csúcs) született meg. **A biológiai sokféleségről szóló egyezmény.** Az egyezményt 193 ország kormánya írta alá, köztük Ukrajna is (**Ukrajna „A biológiai sokféleség védelme konvenciójának ratifikációjáról szóló” 1994. évi törvénye**), illetve az Európai Unió (EU). Az egyezmény célja – a biológiai sokféleség megóvása, komponenseinek fenntartható alkalmazása és a belőlük való közös részesülés, igazságos és egyenlő alapon. Az egyezmény előírja a biológiai sokféleség komponenseinek védelmét a maga természetes állapotában, illetve azok természetes élőhelyein kívül.

„A biológiai sokféleségről szóló egyezmény” alapján hozták létre „Ukrajna biológiai sokféleségről szóló koncepciót” (1997).

Jó tudni

A „biodiverzitás” fogalmát azután kezdték el intenzíven használni, hogy 1986-ban az USA-ban Nemzeti Biodiverzitás Fórumot tartottak, majd 1988-ban az ismert amerikai biológus **E. O. Wilson** (47. 1. ábra) kiadta a fórum anyagát összegyűjtő könyvet „Biodiverzitás” címmel.

1998-ban az Európai Tanács létrehozta a „**smaragd hálózatot**”, amely azokban az európai országokban működik, amelyek nem tagjai az Európai Uniónak. A hálózat speciális természetvédelmi jelentőséggel bíró területekből áll. A „smaragd hálózatot” egészíti ki a „Natura 2000”, ami az Európai Unió országainak területén működik.

Nemzetközi szervezetek, amelyek felügyelik biodiverzitás megóvását. A Természetvédelmi Világszövetség (ang.: *International Union for Conservation of Nature and National Resources* (IUCN)) – nemzetközi nonprofit szervezet, amely a biodiverzitás problémájával foglalkozik. Az IUCN listázza a veszélyeztetett állat- és növényfajokat – **IUCN Vöröskönyveket** hoz létre (Nemzetközi Vöröskönyvnek is nevezik). A szervezet zászlója alatt jött létre az **IUCN Vörös Lista** – ez összefoglalja az ismereteket az egész világ állat-, a növény- és gombafajainak természetvédelmi státuszát (47. 2, 1. ábra). Az IUCN hozza létre a fajok **Fekete listáját** is, amely leírja az bolygónkról eltűnt, 1600 óta kihalt fajokat.

Az Európai Vörös lista – listázza azokat az állati és növényi taxonokat, amelyek előfordulnak Európában, és a kihalás szélén állnak.

Másik nemzetközi civil szervezet a **Természetvédelmi Világalap** (World Wide Fund for Nature, röviden WWF). Ez a világ legnagyobb nem kormányzati szervezete. A környezet megóvásával is megújításával foglalkozik. A Természetvédelmi Világalap szimbóluma egy panda (47. 2, 2. ábra).



47. 1. ábra. Edward Osborne Wilson (1929–) – ismert amerikai ökológus, entomológus (a hangyák vizsgálatával foglalkozó irányzat egyik fő tudósa), író, a Harvard Egyetem (USA) professzora. Ő volt az egyik első, aki kidolgozta a biodiverzitás koncepcióját, ő a szerzője „A biológiai sokféleség krízise” (1985) és „Az élet sokfélesége” (1992) című munkáknak

Az IUCN, a Természetvédelmi Világalap és más nemzetközi szervezetek kezdeményezésére kidolgozta a **Természetvédelmi Világstratégiát**.

Természetvédelmi területek létrehozása. A természetvédelmi területekkel biztosítanak minden biocönotikus kapcsolatot, amelyek a ritka és kihalófélben lévő fajok számára szükségesek. A **minimális életképességű populáció koncepciója** előírja az olyan minimális egyedszám fenntartását, amely képes biztosítani a faj több generáción keresztül való fennmaradását. Ennek fontos gazdasági jelentősége van, mivel a magas emberi népsűrűség és a nagy kiterjedésű mezőgazdasági területek mellett nehéz nagy területek védetté nyilvánítása. Mivel az egyedek behatárolt területen való huzamosabb idejű tartása beltenyészethez vezet, felmerül a védelemre szoruló populációk génállományának diverzifikálási problémája. Ebből a célból kifolyólag hoznak létre ökológiai, vagy „zöldfolyosókat”, amelyek biztosítják az egyedek egyik populációjából a másikba való vándorlását.

Biodiverzitás fenntartásának nemzetközi intézkedései. Az ENSZ közgyűlés 1995-ben speciális nyilatkozatában május 22-ét a biológiai sokféleség nemzetközi napjává nyilvánította (*International Day for Biological Diversity* – a biológiai sokféleségről szóló egyezmény aláírásának napja).



47. 2. ábra. 1. Az IUCN által létrehozott Vörös lista emblémája. 2. A Természetvédelmi Világalap emblémája – az óriáspanda (*Feladat: különböző információ forrásokat felhasználva tudjátok meg, hogy az IUCN milyen módon tudta megváltoztatni az óriáspanda „veszélyeztetett” státusát „sebezhető”-re!*)

Koncepció

2050-ig bolygónk biodiverzitását méltó módon értékeli, megőrzi, megújítja és racionális módon használják fel, megőrizve a bolygó egészséges állapotát, hasznosítva azt minden ember számára

A biodiverzitás veszteségének megelőzését szolgáló hatásos és sürgős intézkedések meghozatala

A stratégiai cél. A biodiverzitási veszteségek fő okai elleni harc, a biodiverzitás tematikájának a kormányok és a civil szervezetek tevékenységi köreibe foglalása

B stratégiai cél. A biodiverzitást közvetlenül terhelő folyamatok csökkentése, és a stabil felhasználásának stimulálása

C stratégiai cél. A biodiverzitás állapotának javítása az ökoszisztémák, a fajok és a genetikai sokféleség védelme útján

D stratégiai cél. Növelni az összes emberek számára a biodiverzitás által biztosított hasznokat

E stratégiai cél. A célok megvalósításának aktivizálása a Stratégiai terv keretein belül a biodiverzitás megóvását szolgáló nemzeti stratégiák és tervek kidolgozása és alkalmazása, illetve a megvalósításhoz szükséges források elkülönítése révén

47. 3. ábra. A biodiverzitás megóvásáról és stabil felhasználásáról szóló 2011–2020 évi stratégiai terv szerkezete; a stratégiai tervet keretegyezményként alkalmazzák arra, hogy nemzeti és regionális szinten megfogalmazzák a biológiai sokféleségről szóló egyezmény feladatainak hatásos kivitelezését



47. 4. ábra. Ukrajnába visszatelepített állatfajok: 1 – európai bölény; felvették a Nemzetközi Vörös könyvbe és Ukrajna vörös könyvébe; egy időszakban, amikor bölény csak állatkertekben élt; 2 – onager (vadszamar): Türkmenisztán területéről telepítették vissza az Aszkania-Nova Bioszféra Rezervátum területére és a Birjucsij-szigetre; felvették a Nemzetközi Vöröskönyvbe; 3 – tarpán: ennek az állatnak a populációját mesterségesen újították meg a lengyel Białowieża-erdő területén; Ukrajnában először a „Beremicke” természeti park (Kozeleckij járás, Csernyigov megye) területére telepítették vissza; Ukrajnában a tarpánok szaporítását 2014 óta végzik

2006 december 20-án az ENSZ közgyűlése nyilatkozatában a 2010-es évet a **biodiverzitás nemzetközi évévé** nyilvánította. Az ENSZ 65. közgyűlésének nyilatkozatában 2011–2020 közötti periódust a biodiverzitás évtizedének nyilvánította azzal a céllal, hogy elősegítse a **biológiai sokféleség megőrzésének 2011–2020 közötti időszakra szóló stratégiai tervét** (47. 3. ábra).

Feladat: A tanár segítségével, felhasználva az irodalmi és az internetes forrásokat találjátok meg azokat az intézkedéseket, amelyeket évente végeznek Ukrajnában a biológiai sokféleség megóvására! Milyen szerepet játszanak ezekben az intézkedésekben az iskolások tanulói?

Ritka állat- és növényfajok populációinak megóvása mesterséges körülmények között, hogy később visszatelepítsék a természetbe. A visszatelepítés (reintrodukciónak) – állat és növényfajok irányított átköltöztetése és stabil populációinak létrehozása olyan ökoszisztémákban, ahol azelőtt már éltek, de bizonyos okoknál fogva eltűntek. Ukrajnában visszatelepített faj az európai bölény, a tarpán (47. 4. ábra) stb.

Racionális természethasználat, például racionális vadgazdálkodás: a vadállatok kilövésének szigorú engedélyekhez való kötése, ezen fajok populációi egyedszámának megújulását biztosító intézkedések meghozatala. Az ebből befolyó összegek természetvédelmi területek védelmére fordítása, a ritka és veszélyeztetett fajok egyedszámának fenntartása. Ezzel az irányzattal van kapcsolatban a ritka és veszélyeztetett állatfajok kilövésének, növény- és gombafajok szedésének tilalma, állami és nemzetközi szinten. Szigorú ellenőrzések folytatása, és szigorú büntetések alkalmazása a természetvédelmi törvények megsértése miatt.

A ritka, a kihalt és a veszélyeztetett fajok **örökítőanyagának megóvása** génbankokban, különösen lefagyasztott állapotban (kriokonzervációs módszer). Az ilyen anyag felhasználható klónozásra és a szelekciós munkák során.

Kulcsszavak és fogalmak

IUCN Vörös könyv és Vörös lista, reintrodukciónak.

Ellenőrizték a megszerzett tudást!



1. Miért fontos nem csak egy fajt, hanem a biológiai sokféleséget védeni? 2. Milyen fő irányzatai vannak a biodiverzitás védelmének? 3. Mi a célja a biológiai sokféleség

egyezménynek? 4. Milyen nemzetközi szervezetnek van vezető szerepe a biodiverzitás biztosításában? 5. Milyen céllal hoznak létre vörös könyveket? 6. Milyen fajokat vesznek fel Fekete listára? 7. Miért nem lehetséges a biodiverzitás megóvása a lakosság ökológiai felvilágosítása nélkül?

Gondolkodjatok el rajta!



Miért hívják „vörösnek” a védelemre szoruló állat-, növény-, gombafajok listáját?

48. §. ÖKOLÓGIAI POLITIKA UKRAJNÁBAN

Emlékezzetek, mi a biodiverzitás és a nooszféra!?

Ukrajna végrehajtó hatalmának központi szervei közül a környezetvédelmi, ökológiai és a saját kompetenciái keretein belül a biológiai, a genetikai és sugár-
védelmi állami politika kialakításáért és megvalósításáért felelő fő szerve **Ukrajna Ökológiai és Természeti Források Minisztériuma** (18. 1. ábra). Ezen a minisztériumon keresztül Ukrajna Miniszterelnöki Hivatala irányítja a végrehajtó hatalom következő központi szerveit: Ukrajna Állami Geológiai Szolgálat, Állami Természetvédelmi Szolgálat, Ukrajna Állami Vízkészlet Ügynöksége, Ukrajna Állami Ökológiai Beruházási Ügynöksége, Ukrajna Állami Ökológiai Felügyelete.

Feladat: a Minisztérium oldalán ismerkedjétek meg az intézmény feladataival! Készítsetek rövid információkat róluk!

Ukrajna környezetvédelmi és biodiverzitás megóvási politikája. A biológiai sokféleség védelméről szóló egyezmény alapján, amelyhez csatlakozott Ukrajna is, létrehozták az **ukrajnai biológiai sokféleség megóvásának koncepcióját** (1997). Ennek a megvalósításához kidolgozták **Ukrajna nemzeti biológiai sokféleség megőrzésének 1998–2015 programját**. 2004-ben Ukrajna Miniszterelnöki Hivatala elfogadta **Ukrajna biológiai sokféleség megőrzésének 2005–2025 országos programjának koncepcióját**. Eszerint Ukrajna biológiai sokfélesége védelmet élvez, mint nemzeti vagy, annak megőrzése és racionális felhasználása az ország stabil fejlődésének elengedhetetlen előfeltétele.

A következő ukrán törvények lettek elfogadva: „**A környezetvédelemről szóló**” (1991), „**Ukrajna természetvédelmi alpjáról szóló**” (1992), „**A légköri levegő védelméről szóló**” (1992), „**Az állatvilágról szóló**” (1993), „**A növényvilágról szóló**” (1999), „**Ukrajna nemzeti ökológiai hálózat országos programjának kialakításáról a 2000–2015 időszakra szóló**” (2000), „**Ukrajna Vörös könyvéről szóló**” (2002), „**Ukrajna ökológiai hálózatáról szóló**” (2004) és sok más törvény.

Természetvédelmi tevékenységet biztosítja országunk alaptörvénye – **Ukrajna alkotmánya** (16, 50, 66 cikkelyek; *ismerkedjétek meg velük!*) Az ökológiai biztonság jogi kereteit a törvényhozás a környezet, az élelmiszerek, a ruházat, a lakó-



Міністерство екології та природних ресурсів України

48. 1. ábra. Ukrajna Ökológiai és Természeti Források Minisztériumának logója

hely-minőség kritériumai alapján állapítja meg. Közöttük az ökológiai biztonság normatívái meghatározzák a megengedett határértékeket: a szennyezőanyag koncentrációjára a vízben, a levegőben, a talajban; zajszint, elektromágneses szint, sugárzásszint és más a környezetre káros hatásokra; az élelmiszerek és takarmányok káros anyag tartalmára.

A környezet megfelelő állapotának fenntartását a kibocsátott kémiai szennyezőanyagok, a fizikai és biológiai hatások megengedett határértékeinek betartása biztosítja.

Állami felügyelet alá tartozik a földek, ásványi kincsek, felszíni és felszín alatti vizek, légköri levegő, az erdő és más növényzet, az állatvilág, a tengerek és a vizek természetes forrásainak felhasználása és védelme. A biodiverzitás és a környezetvédelmi állami politika fontos része az állampolgárok ökológiai kultúrájának kialakítása az emberek folytonos felvilágosítása ökológiai oktatási és ökológiai nevelési rendszerek segítségével.

A természeti források határos megőrzése érdekében Ukrajna Miniszterelnöki Hivatala elrendelte azok állami jegyzékbe vételét és kataszterbe vonását. Ukrajnában a következő kataszterek vannak: **az állatvilág állami katasztere** (1994); **a növényvilág állami katasztere** (2006), **a természetvédelmi alap területeinek és objektumainak állami katasztere** (2005) stb.

Jegyezzétek meg!

Kataszter – lista vagy jegyzék, például természeti forrásoké (földek, vizek, erdők, növényi, állati). Ez egy információs rendszer, amely ismeretek rendszerét tartalmazza, és amit felhasználnak az államigazgatás rendszerében.

Feladat. Ismerkedjétek meg az említett kataszterek hivatalos oldalán azok feladataival és funkcióival! Ukrajna – ásványi kincsekben gazdag ország. A jelenkor igényli ezek ésszerű felhasználását. Javasoljátok tervet a vidékek természeti forrásainak (választás szerint) megőrzésére!

Ukrajna nemzetközi együttműködése a természetvédelem terén azért fontos, mert: a jelenlegi ökológiai problémák nem az egyes országok problémái; a jelenkori ökológiai krízis globális mértékű. Ukrajna nemzetközi együttműködését a természetvédelem terén „A természetvédelemről szóló” ukrán törvény (71. cikkely) határozza meg. Mint ENSZ tagállam, Ukrajna 18 természetvédelmi megállapodásban vesz részt. Csatlakozott a természetvédelmi monitoring globális rendszerének egyezményéhez (1972), a fauna és flóra vadfajainak nemzetközi kereskedelmi egyezményéhez (1975), a biológiai sokféleség megőrzésének egyezményéhez (1992), az ENSZ klímaváltozás egyezményéhez (1992) stb.

Európai szinten Ukrajna egyezmények résztvevő tagja, mint A flóra és fauna védelméről és természetes közegben való létezése Európában egyezményhez (1982), Nyugat Európa erdeit károsító okok elhárítása és megelőzése egyezményhez (1984), a Biológiai és táji sokféleség összeurópai stratégiájához (1995) stb.

A nemzetközi természetvédelmi projektek megvalósításáról nem csak az országok kormányai gondoskodnak, hanem különböző szervezetek is. 1991-ben

a Világbank és az UNEP (ENSZ Környezetvédelmi Programja) pénzügyi szervezetet hozott létre – a Globális Környezeti Alapot, amelynek tagja a világ több mint 155 országa, köztük Ukrajna. Az alap fő célja – pénzügyi finanszírozási mechanizmusok kidolgozása és megvalósítása, amelyekkel kedvezményes hitelekkel nyújtanak az országoknak a globális ökológiai problémák megoldására irányuló projektek kivitelezéséhez.

A természetvédelemre irányuló együttműködések kiterjesztése váltja ki a nemzetközi fórumok megszervezését. Például, Párizsban (Franciaország) 1968-ban tartották az UNESCO nemzetközi konferenciáját a bioszféra forrásainak racionális felhasználása és védelme témakörben, és elfogadták „az ember és a bioszféra” programot (ang.: *The Man and the Biosphere Programme*), amely az UNESCO nemzetközi biológiai programjának folytatása. 1972-ben Stockholmban tartottak természetvédelmi konferenciát. Itt fogadták el az „ENSZ környezetvédelmi programjának” (UNEP) létrehozási szándékát. A UNEP-nek köszönhetően először hozták létre a bioszféra állapotát és változásait monitorozó globális rendszert.

A nemzetközi természetvédelmi együttműködés fontos dokumentuma, amelyet Ukrajna által is megszavazott, **A Természet Globális Kartája**, amely kinyilvánította az élet minden megjelenési formájának élethez való jogát. Ezt a nemzetközi dokumentumot 1982. október 28-án fogadta el az ENSZ Közgyűlése, a következő természetvédelmi alapelvek hirdetésével:

- a természetet tisztelni kell, és nem szabad károsítani főbb folyamatait;
- az élet genetikai alapja nem kerülhet veszélybe; minden faj populációit legyen az vad vagy házasított meg kell őrizni legalább a túléléshez szükséges szinten; e célból biztosítani szükséges élőhelyeiket;
- a Föld minden mind szárazföldi, mind tengeri területe alárendeltetnek ezeknek az alapelveknek; különleges védelmet kell adni minden egyedi és tipikus ökoszisztémának és a ritka vagy veszélyeztetett fajok élőhelyeinek;
- az ember által használt ökoszisztémákkal és organizmusokkal, földi, tengeri és légköri forrásokkal úgy kell bánni, hogy elérjük és fenntartsuk optimális, stabil produktivitásukat, miközben nem szabad veszélyeztetni más, velük együtt létező ökoszisztémák vagy fajok integritását;
- a természetet meg kell védeni a háborúk vagy egyéb veszélyeztető cselekmények okozta degradációtól.

Ukrajna nemzetközi együttműködését a természetvédelem és a biodiverzitás megőrzésének területén a Világbank, az Európai Újjáépítési és Fejlesztési Bank, a Globális Környezeti Alap, az ENSZ Fejlesztési Programja stb. támogatja.

Kulcsszavak és fogalmak

Ukrajnai biológiai sokféleség megőrzése koncepció, Ukrajnai biológiai sokféleség megőrzésének 2005–2025 országos programja koncepció, kataszter, A Természet Globális Kartája.

Ellenőrizték a megszerzett tudást!



1. Ukrajna melyik állami szerve tölt be vezető szerepet a természetvédelmi állami politika megvalósításában? 2. Milyen törvényi háttere van Ukrajnában a természetvédelemnek? 3. Jellemezzétek Ukrajna természetvédelmi törvényhozásának főbb állásfoglalásait!

4. Mi a célja az állatvilág állami kataszterének és a növényvilág állami kataszterének? 5. Mi a jelentősége a nemzetközi együttműködésnek a természetvédelemben? 6. Milyen a környezetvédelemmel és a biodiverzitás megőrzésével foglalkozó együttműködésekhez csatlakozott Ukrajna? 7. Milyen fő alapelvei vannak a természet globális chartájának?

Gondolkodjatok el rajta!



Ukrajna milyen törvényei biztosítják a lakosság ökológiai biztonságát?

49. §. UKRAJNA VÖRÖS ÉS ZÖLD KÖNYVE. UKRAJNA TERMÉSZETVÉDELMI ALAPJA

Emlékezzetek, milyen funkciót lát el az IUCN Vörös Könyve, az Európai Vörös Lista!? Milyen típusai vannak a természetvédelmi területeknek? Mi a lényege az ökológiai monitoringnak? Milyen fajok tartoznak reliktumok és az endemikus fajokhoz? Mi a funkciója a Természetvédelmi Világalapnak?

A ritka és veszélyeztetett állat-, növény- és gombafajok védelme a megfelelő jogi háttér és a Vörös könyvek segítségével, illetve természetvédelmi területek kialakításával történik (természetvédelmi területek, nemzeti parkok).

Ukrajna Vörös könyve. Ukrajna Vörös könyvének első kiadása 1980-ban került napvilágra, a következő 1994-ben (állatok) és 1996-ban (növények és gombák), a harmadik 2009-ben (49. 1. ábra). 1992-ben Ukrajna Legfelsőbb Tanácsa elfogadta „Ukrajna Vörös Könyvéről szóló rendeletet”, 2002-ben – „**Ukrajna Vörös Könyvéről szóló**” törvényt.



Ennek a törvénynek az értelmében a ritka és veszélyeztetett Ukrajna Vörös Könyvébe felvett állat- és növényfajok (alfajok) védelmét, felhasználását és szaporítását a következő ukrán törvények szabályozzák: „A természetvédelemről szóló”, „Az állatvilágról szóló”, „A növényvilágról szóló”, „Ukrajna Természetvédelmi Alapjáról szóló”, „A bántalmazott állatok védelméről szóló” és

49. 1. ábra. Ukrajna Vörös Könyve (harmadik kiadás): 1 – állatvilág; 2 – növényvilág

más jogi előírások. Az ukrán törvényhozás értelmében 10 évente új Ukrajnai Vörös Könyvet kell kiadni.

Jegyezzétek meg!

Az IUCN Vörös Könyvbe és az Európai Vörös Listára felvett állat és növényfajokat, amelyek ukrán területén élnek, felveszik Ukrajna Vörös Könyvébe vagy más különleges státuszt kapnak Ukrajna természetvédelméről szóló és Az állat- és növényvilág felhasználásáról szóló törvényeinek megfelelően.

Feladat: A hivatalos állami honlapokon ismerkedjétek meg az „Ukrajna Vörös Könyvéről szóló” ukrán törvénnyel; csoportokat alkotva elemezzétek a 3. és a 4. cikkelyeit!

Ukrajna Vörös Könyvében mindent felvett fajról a következő információkat találjuk: melyik kategóriához tartozik a faj, fő megtalálási helye, egyedszáma a természetben (beleértve Ukrajna határain kívül is), egyedszámának változása,



49. 2. ábra. Ukrajna Vörös Könyvébe felvett állatok és növények: 1 – barátfóka (kihalt); 2-lisztes kankalin (vadon kihalt); 3-fehérkarmú vércse (veszélyeztetett); 4 – havasi cirbolyafenyő (sebezhető); 5 – zöldike ujjaskosbor (ritka) (*Feladat:* olvassátok el Ukrajna Vörös Könyvéből az ezekről a fajokról szóló részt, és egészítsétek ki a felsorolást!)

fogságban való szaporításáról és tenyésztéséről szóló ismeretek, a védelmében tett intézkedések és szükséges intézkedések listája, információforrások. Megtalálhatók benne a fajok elterjedését bemutató térképek és fényképek. Jelenleg zajlik a munka a Könyv negyedik kiadásán. Ukrajna Vörös Könyvének tudományos műveleteinek biztosítását, az ismeretek szerkesztését, az állatok, növények és gombák felvételét **Ukrajna Vörös Könyvének Nemzeti Bizottsága határozza meg.**

Jegyezzétek meg!

Ukrajna Vörös Könyve – az ország területén élő ritka, veszélyeztetett és védelemre szoruló állat-, növény- és gombafajok, illetve alfajaik kiegészített és illusztrált listája.

Az ukrajnai Vörös Könyv harmadik kiadásában szereplő állatok, növények, gombák és zuzmók a következő kategóriákba vannak sorolva (49. 2. ábra):

- **kihalt:** olyan fajok, amelyekről a lehetséges elterjedési területükön többszöri keresés után sincs semmilyen információ;

- **vadon kihalt:** olyan fajok, amelyek csak speciálisan létrehozott feltételek között maradtak fenn;

- **veszélyeztetett:** olyan fajok, amelyeket a kihalás veszélye fenyeget;

- **sebezhető:** olyan fajok, amelyek a közeli jövőben veszélyeztetett kategóriába sorolhatóak lehetnek;

- **ritka:** olyan fajok, amelyek populációi kis méretűek és veszélyben vannak;

- **felméretlen:** olyan fajok, amelyek a közeljövőben bekerülhetnek a veszélyeztetett, a sebezhető vagy a ritka fajok közé;

- **adathiányos:** olyan fajok, amelyekről nincs teljes értékű és megbízható információ.

Ukrajna Zöld Könyvét a világon először Ukrajna tudósai dolgozták ki. Ebben megtalálhatóak a ritka és tipikus növénytársulások, amelyek igénylik a felhasználásuk speciális rendjét. Ukrajna Zöld Könyvének összeállításához szükséges műveleteket az „Ukrajna Zöld Könyvéről szóló rendelet” (2002) szerint végzik.

Jegyezzétek meg!

Ukrajna Zöld Könyve – hivatalos állami dokumentum, amelyben megtalálhatóak a védelemre szoruló ritka és tipikus természetes növénytársulások jelenlegi állapotáról szóló információk. Ez az alapja az adott növénytársulásokra vonatkozó megőrzést, reprodukciót és felhasználást szolgáló intézkedéseknek.

Jó tudni

A Zöld Könyv létrehozásának ötlete „Ukrajna Zöld Könyve: védelemre szoruló ritka, veszélyeztetett és tipikus növénytársulások” című monográfiában fogalmazódott meg, amely J. R. Seljag-Szoszonka akadémikus szerkesztése alatt jelent meg (49. 3. ábra).

49. 3. ábra. Jurij Romanovics Seljag-Szoszonka (1933–): ismert ukrán botanikus, Ukrajna Nemzeti Tudományos Akadémiájának rendes tagja, professzor, Ukrajna geobotanikai iskolájának alapítója



Ukrajna Természetvédelmi Alapja „A természetvédelmi alapról szóló” ukrán törvénynek megfelelően jelöli ki a szárazföldi és vízi részeket, a természeti komplexumokat és objektumokat, amelyeknek természetvédelmi, tudományos, esztétikai értéke van a táj és a fajok génállománya megőrzésében, az ökológiai egyensúly fenntartásában.

Ukrajna természetvédelmi alapjához tartozik: a bioszféra rezervátumok és a természetvédelmi területek, a nemzeti parkok, a természetvédelmi kistáj, illetve a botanikus kertek, a dendrológiai parkok, az állatkertek, a parkművészeti emlékek.

Ukrajna természetvédelmi területei között speciális jelentőséggel bírnak a **bioszféra** rezervátumok: Aszkania-Nova, Kárpáti, Fekete tengeri, Dunai, Csornobili sugárzás-ökológiai (49. 1. ábra). A természetvédelmi területek ezen kategóriája nemzetközi jelentőséggel bír, és annak érdekében hozzák létre, hogy a bioszféra legtipikusabb természetes komplexumait megőrizték a természetes állapotukban, és ökológiai monitoringot végezzenek rajtuk. A bioszféra rezervátumokban nemzetközi tudományos és természetvédelmi programok zajlanak, ezek kerében védik a bioszféra minden komponensét.

49. 1. táblázat

UKRAJNA BIOSZFÉRA REZERVÁTUMAI			
Megnevezése	Alapítási év	Területe, ha	Elhelyezkedése, megye
Kárpáti	1968	57 880	Kárpátalja
Aszkania-Nova	1983	33 307,6	Herszon
Fekete tengeri	1983	109 254,8	Herszon, Mikolajiv
Dunai	1998	50 252,9	Odessza
Csornobili sugárzás-ökológiai	2016	226 964,7	Kijev (a csornobili kizárási zónán belül)

Természetvédelmi terület – állami jelentőségű természetvédelmi tudományos vizsgálati intézmény. Ennek feladata: az adott hely szempontjából tipikus vagy egyedi természeti komplexum minden komponensével együtt való, természetes állapotban történő megőrzése. **Nemzeti park** – természetvédelmi és kulturális felvilágosító intézmény, amelyet azért hoztak létre, hogy megvédjék az értékes természeti, történeti kulturális komplexumokat és objektumokat az emberi tevékenység káros hatásaitól.

Tájvédelmi körzet – helyi vagy regionális jelentőségű természetvédelmi rekreációs intézmény, amelyet azért hoznak létre, hogy a tipikus vagy egyedi természeti komplexumokat és objektumokat megőrizzék természetes állapotukban, illetve a lakosság szervezett pihenésének biztosítására. **Rezervátum** – olyan objektum, amelyet egyes fajok és más természeti források megőrzése és szaporítása céljából hoznak létre. **Természeti emlék** – különálló egyedi természeti objektum, amely tudományos, megismerő, történelmi, kulturális esztétikai jelentőséggel bír. **Védett kistáj** – teljes táj, amely fontos tudományos, természetvédelmi és esztétikai jelentőséggel rendelkezik.

Feladat: A tanár segítségével gyűjtsetek információkat a vidékek természetvédelmi objektumairól! Készítsetek posztert vagy bemutatót róluk!

Fűvész- és állatkertet azért hoznak létre, hogy tanulmányozzák, megóvják, akklimatizálják és hatásos módon felhasználhassák gazdasági célra a helyi és a világ különböző pontjairól származó ritka és tipikus fajokat; hogy felvilágosító-nevelő munkát végezzenek bennük, és kiváltsák az emberekben a természet iránti törődést. **Dendrológiai park** – olyan terület, amelyen nyílt talajokon művelnek különböző fásszárú növényfajokat, tudományos vizsgálati és kulturális felvilágosító jelentősége van.

Feladat: felhasználva a hivatalos állami oldalakat, vizsgáljátok meg Ukrajna természetvédelmi alapját; tegyetek javaslatokat az állami és helyi szintű természetvédelmi területek növelésének megvalósításához!

Ökológiai hálózat. 2004-ben fogadták el „az ökológiai hálózatról szóló” ukrán törvényt. Ez alapján tervezik megnövelni a természetes ökoszisztémák méretét arra a szintre, amelyik képes biztosítani a növény-, az állat- és gombafajok vándorlását és elterjedését. Ukrajna Ökológiai Hálózata a Páneurópai Ökológiai Hálózat részévé kell váljon, mint az európai államok egységes térrendszere a természetes, vagy részben megváltoztatott állapotú tájaival.

Jegyezzétek meg!

Ukrajna Nemzeti Ökológiai Hálózata – a természetes tájak egyetlen területi rendszere, amelyek védelem alatt állnak, a természetvédelmi alap objektumai vagy más típusú Ukrajna törvényhozása által meghatározott objektumok. Ennek célja – a tájak és a biodiverzitás (különösen a genetikai) megőrzése olyan feltételek kialakításával, amelyek biztosítják az állatok vándorlását, Ukrajna megfelelő törvényei és a nemzetközi kötelezettségek alapján speciális védelem alatt álló területeken keresztül (49. 4. ábra).



49. 4. ábra. Ukrajna Ökológiai Hálózatának főbb ökológiai folyosói

Kulcsszavak és fogalmak

Ukrajna Vörös és Zöld Könyve, Természetvédelmi Alap, ökológiai hálózat.

Ellenőrizték a megszerzett tudást!



1. Miért hozták létre Ukrajna Vörös Könyvét?
2. Miért hozták létre Ukrajna Zöld Könyvét? Miért tartják ezt a Könyvet a biológiai sokféleség megőrzésének új megközelítésének?
3. Milyen típusú természetvédelmi területek vannak Ukrajnában? Jellemezték azokat!
4. Mi a célja Ukrajna Nemzeti Ökológiai Hálózatának?

Gondolkodjatok el rajta!



1. Mi a közös és az eltérő a bioszféra rezervátum és a természetvédelmi terület státusa és feladatai között? 2. Vidékek milyen állat- és növény fajai igényelnek védelmet?

Kreatív feladat.



Hasonlítsátok össze azokat a kategóriákat, amelyekre felosztják az állat-, a növény- és gombafajokat Ukrajna Vörös Könyvének harmadik kiadásában az IUCN Vörös Könyvének hasonló kategóriáival!

TANULMÁNYI PROJEKTEK Vizsgáljuk meg a helyi (természetes vagy mesterséges) ökoszisztémák strukturájának sajátosságait!

50. §. A FENNTARTHATÓ FEJLŐDÉS KONCEPCIÓJA ÉS JELENTŐSÉGE

Emlékezzetek, milyennek kell lennie a természeti források racionális felhasználásának!? Mit nevezünk akvakultúrának? Mi a biodízel? Hogyan állítják elő? Milyen településeket hívunk megapoliszoknak? Milyen lehetséges okai lehetnek a jelenlegi fokozatos klímaváltozásnak?

Már tudjátok, hogy a társadalom további fejlődése nem lehetséges az emberi tevékenység (tudományos, gazdasági, oktatás, társadalmi élet) ökológizációja nélkül. Már megismerkedtetek a különböző koncepciókkal és programokkal, amelyek célja a biodiverzitás megőrzése, a természet szennyezéstől való védelme stb. A XX. század második felétől felmerült az igénye egy mindent átfogó koncepciónak, ami számításba venné a környezet állapotának romlását, és egyúttal a társadalom gazdasági és szociális fejlődését.

Az ENSZ 1992-ben Rio de Janeiróban rendezett Környezet és fejlődés konferenciája rögzítette a környezetvédelem (hátterében a fenntartható fejlődéssel) 27 alapelvét. A 2012-ben tartották meg a fenntartható fejlődésről szóló ENSZ-konferenciát; az ENSZ Közgyűlése által elfogadott záródokumentumának címe: „A jövő, ahová tartunk”.

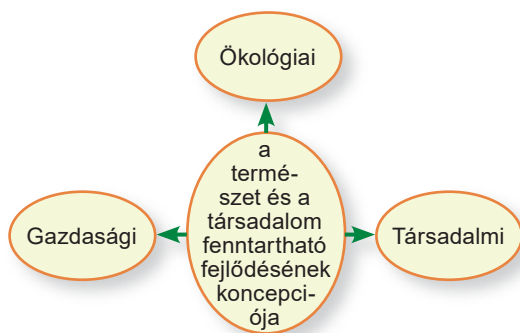
Jegyezzétek meg!

Fenntartható fejlődés (ang.: *sustainable development*) – a társadalom gazdasági és szociális változásainak folyamata, amely segítségével létrejön az egyensúly a modern szükségletek kielégítéséhez szükséges természeti források felhasználása és a jövő nemzedékei között, beleértve azok jogát a biztonságos és egészséges társadalomra, és a saját szükségleteinek kielégítésére. Magyarán mondva, a modern társadalom felelősséggel tartozik azért, hogy milyen állapotban adja tovább a környezetet és a természeti forrásokat a következő nemzedékeknek.

A fenntartható fejlődés koncepcióját az ENSZ környezet és fejlődés nemzetközi Bizottsága dolgozta ki. Ezt a bizottságot az ismert norvég társadalmi aktivista és politikus **Gro Harlem Brundtland** vezette. G. H. Brundtland hozta létre a „fenntartható fejlődés” kifejezést. 1987-ben a bizottság kiadta a jelentés szövegét: „Közös jövőnk” („Brundtland jelentés” is nevezik) címmel, amelyet a fenntartható

fejlődés optimális módjainak keresésére szánt. Az ENSZ Közgyűlése még ebben az évben elfogadta a jelentést. A Brundtland bizottság elismerte, hogy a modernkori ökológiai problémák nem lokális, hanem globális jellegűek.

A társadalmi gazdasági fejlődés jelenkori szintje miatt szükség lett a nemzetközi együttműködés kölcsönös hangolására a környezetminőség betartása érdekében. Ezért a fenntartható fejlődés koncepciója felhívja az országok figyelmét azokra az ökológiai irányultságú megvalósítandó intézkedésekre, amelyek a nemzeti gazdaság struktúrájának (energetika, közlekedés, ipari termelés, mezőgazdaság) összehangolását, a nemzetközi gazdasági kapcsolatokat átgondolását és minden társadalmi tevékenység ökológizációját igénylik. A koncepciónak három fő összetevője van (50. 1. ábra).



50. 1. ábra. A természet és a társadalom fenntartható fejlődésének koncepciója összetevői

2016. január 1-én hivatalosan hatályba lépett a fenntartható fejlődés 17 célja. Ezeket „Világunk átalakítása: a fenntartható fejlődés 2030-ig” című globális program keretein belül adták elő, és az ENSZ csúcstalálkozón az országok vezetői elfogadták (2015).

Feladat. Alkossatok csoportokat! Elemezzétek a fenntartható fejlődési célokat! Az internetes források segítségével fejtsetek ki tartalmukat! A beszélgetések alatt hozzatok fel példákat a fenntartható fejlődési célok ukrainai megvalósításáról! Javasoljatok intézkedéseket és eljárásokat a hatásosabb megvalósítás érdekében! A fenntartható fejlődés mely problémáinak megoldása a legaktuálisabb Ukrajnában? (Az összegyűjtött információkat használjátok fel a 3. számú gyakorlati munkában!)



A szegénység minden formájának megszüntetése a világon mindenhol.



Az éhínség megszüntetése, élelmiszer-biztonság létrehozása, az élelmezés fejlesztése és fenntartható mezőgazdaság létrehozása.



Egészséges élet biztosítása és a jólét megteremtése minden korosztályban élő minden egyes ember számára.



Átfogó és igazságos minőségi oktatás megteremtése és egész életen át folytatott tanulmányokra való lehetőségek megteremtése mindenki számára.



Nemek közötti egyenlőség létrehozása, és minden nő és lány felemelkedésének elősegítése.



Fenntartható vízgazdálkodás biztosítása, a vízhez és közegészségügyhöz biztosított hozzáférés minden ember részére.



Megfizethető, megbízható, fenntartható és modern energia biztosítása mindenki számára.

Jó tudni 

A nemzetközi energiaügynökség adatai szerint 2014 és 2019 között a megújuló energiaforrások felhasználása 40 %-ra kell növekedjen. Németország 2018-ban a felhasznált elektromos energiájának 38 %-át állította elő megújuló forrásokból (50. 2. ábra).



Hosszan tartó, átfogó és fenntartható gazdasági növekedés létrehozása, teljes és eredményes foglalkoztatás, valamint méltó munka biztosítása mindenki számára.



Alkalmazkodó infrastruktúra kiépítése, átfogó és fenntartható iparosodás megteremtése, valamint az innováció támogatása.



Egyes országokon belüli és országok közötti egyenlőtlenségek csökkentése.



Fenntartható, befogadó, biztonságos és alkalmazkodó városok és emberi települések létrehozása.



Fenntartható fogyasztási és termelési szokások kialakítása.



Gyors cselekedetek a klímaváltozás és hatásai leküzdésének érdekében.



A fenntartható fejlődés érdekében az óceánok, tengerek és tengeri erőforrások megőrzése és fenntartható használata.



A Föld ökoszisztémáinak fenntartható használata, fenntartható erdőgazdálkodás, az elsivatagosodás leküzdése, valamint a talaj degradációjának visszafordítása, valamint a biodiverzitás csökkenésének megállítás.



50. 2. ábra. Megújuló energiaforrások (*Feladat:* figyelmesen nézzétek meg az ábrát, és jellemezzétek a látható megújuló energiaforrásokat! Nevezzétek meg az ábrán látható megújuló energiaforrások alkalmazásának pozitív és negatív oldalait; javasoljatok még ilyen forrásokat!)



A fenntartható fejlődés érdekében a békés és befogadó társadalmak elősegítése, mindenki számára elérhető igazságszolgáltatás biztosítása, és minden szinten hatékony, felelősségre vonható és befogadó intézmények létrehozása.



A végrehajtás módjainak biztosítása, és a fenntartható fejlődés globális partneriségének felélesztése.

Tehát, a bioszféra mint globális ökoszisztéma, forrásai, még a megújulók is, korlátozottak, még bolygónk lakossága és szükségletei gyors tempóban növekszik, geometrikus progressziót mutat. Ezért az emberiség fenntartható fejlődése csak akkor lehetséges, ha az emberi társadalom és a természet kapcsolata harmonikus lesz, vagyis bioszféra állapota megegyezik majd a V. I. Vernadszkij által nooszférának nevezett elgondolással.

Kulcsszavak és fogalmak

fenntartható fejlődés.

Ellenőrizték a megszerzett tudást!



1. Jellemezzék a fenntartható fejlődést!
2. Mik a fenntartható fejlődés koncepciójának megvalósítási céljai?
3. Milyen szerepe van V. I. Vernadszkij tanításainak a fenntartható fejlődés kialakításában és megvalósításában?

Gondolkodjatok el rajta!



Miért élvez prioritást a fenntartható fejlődés koncepciójában a szegénység minden formájának megszüntetése?

3. SZÁMÚ GYAKORLATI MUNKA

VIDÉKÜNK ÖKOLÓGIAI ÁLLAPOTÁNAK ÉRTÉKELÉSE

A munka célja: felhasználva az irodalmi és internetes forrásokat, illetve a média információit, értékeljétek a régiótok ökológiai állapotát; az elemzett információk alapján készítsétek javaslatokat az adott térség¹ ökológiai szituációjának javítására!

A munka menete

1. Elemeztétek a kapott információkat régiótok főbb objektumairól, amelyek forrásai lehetnek valamilyen szennyezések! Például: ipari cégek, autópálya, benzinkút, repülőtér, vasút, hő- vagy atomerőmű, más energetikai objektumok, nagy agrárpari komplexumok, háztartási vagy ipari hulladék tároló stb. Neveztétek meg a potenciális környezetszennyező anyagok típusát és lehetséges negatív hatását az emberi egészségre! Az elemzés eredményeit foglaljátok össze táblázatban!

2. Határozzátok meg azokat a természetes és mesterséges komplexumokat (erdők, erdős parkok, parkok, vizek), amelyek felhasználhatóak pihenési célra! Határozzátok meg a zöld terület típusát, méretét, ökológiai állapotát! Az eredményeket foglaljátok össze táblázatban!

3. A kapott információk alapján vonjátok le a régiótok ökológiai állapotára vonatkozó következtetéseket, megnevezve főbb objektumait, amelyek károsíthatják a környezetet! Ha lehetőség van rá, mutassátok be vidéketeken mennyire tartják be az egészségügyi normákat. Tegyetek olyan javaslatokat az ökológiai szituáció javításának lehetséges módjaira, amelyek nem okoznak gazdasági veszteségeket! Mutassátok be régiótok főbb zöld területeit és jelenlegi állapotát! Tegyetek javaslatokat ezek állapotának javítására és hatásosabb használatára!

¹ Minden tanuló fordítson bizonyos időt a szükséges információk begyűjtésére. Periodikusan beszámolnak a tanárnak a begyűjtött információ mennyiségéről.

9. TÉMA

A BIOLÓGIAI VIZSGÁLATOK EREDMÉNYEINEK FELHASZNÁLÁSA A NEMESÍTÉSben, A BIOTECHNOLÓGIÁBAN ÉS AZ ORVOSLÁSBAN



Ebben a témakörben megismerkedtek:

- a biológiai kutatások eredményeivel a biotechnológia, a mezőgazdaság és az orvoslás területén;
- a modern nemesítés céljaival és feladataival;
- a növény-, állat- és mikroorganizmus nemesítés modern megközelítéseivel;
- a modern biotechnológia fő irányzataival és módszereivel;
- a sejt és génszervelet szerepével a modern nemesítésben és biotechnológiában;
- az emberi génszervelet eredményeivel és rizikóival;
- a farmakogenetikával, mint a personalizált medicina alapjával;
- a biológiai biztonság legújabb biotechnológiai eljárások fejlődésével kapcsolatban álló problémáival;
- a biológiai fegyverekkel, a biológiai terrorizmussal és a biológiai védelemmel.

51. §. A BIOLÓGIA BELÉPÉSE A MEZŐGAZDASÁGBA: A „ZÖLD FORRADALOM” POZITÍV ÉS NEGATÍV KÖVETKEZMÉNYEI

Emlékezzetek, mi a környezet antropikus tényezője!? A környezet melyik faktorait nevezük mutagénnek és karcinogénnek? Mi a populáció genetikai heterogenitása?

A múlt évszázad negyvenes éveinek közepétől az egész világon elindult a mezőgazdaság területén az ún. **zöld forradalom**. Ez a mezőgazdaság komplex változásait jelenti, amelyek kiváltották a mezőgazdasági termékek jelentős növekedését. Az egyes fejlődő országokban a zöld forradalom lehetőséget nyújtott a táplálékhiány megoldására, és a lakosság életminőségének növelésére. Elméletileg a jelenlegi mezőgazdaság is hatékonyan biztosíthat olyan termelési tempót, amely lehetővé tenné az egyre növekvő lakosság megfelelő ellátását.

A modern agrotechnika felhasználása a kultúrnövények modern termesztési módszereivel (pesticidok, műtrágyák, földmégmunkálási eszközök, öntözési munkák) együtt jelentős hozzájárulást jelentett az olyan problémák megoldásához, mint a mezőgazdasági termékek nagy mennyiségű előállítására, annak köszönhetően, hogy produktívabb kultúrnö-



51. 1. ábra. Norman Ernest Borlaug (1914–2009) – a „Zöld forradalom” elindítója

vényfajtákat és állatfajtákat hoztak létre. Például, „a genetikai feljavítás” segítségével sikerült megnövelni a kukorica termőképességét majdnem 90 %-kal, a tejtermelést pedig 50 %-kal.

Jó tudni 

A „zöld forradalom” kifejezést először William Gaud javasolta 1968-ban, de elindítójának N. Borlaug-t tartják (51. 2. ábra) – amerikai agronómus és nemesítő, aki 1970-ben Nobel-békedíjat kapott az éhezés elleni harcban végzett tevékenységéért.

A „zöld forradalom” negatív következményei. A globális pozitív hatások ellenére, a mezőgazdaság modern fejlődése kevésbé globális problémák megjelenéséhez vezetett, amelyek kapcsolatban állnak az ökológiai biztonsággal:

- az új, hatásosabb peszticidek megjelenése és elterjedése a világban, amelyek felhalmozódhatnak az organizmusokban, mérgezést, mutagén vagy karcinogén hatást váltanak ki;

- megnövekedett az energiaigény (különböző üzemanyagok, elektromos áram), ami megnövekedett környezetszennyezéshez vezet;

- az öntözési eljárások következtében a talajerózió, illetve a felszín alatti vizek kimerítése;

- a megnövekedett vetésterület a bolygónk biodiverzitásának csökkenéséhez vezetett (*Gondolkodjatok el rajta, miért!*);

- a genetikai sokféleség csökkenése annak következtében, hogy csökkent a helyi fajták mennyisége illetve, mert felcserélték azokat behozott fajtákra;

- lokális ökológiai katasztrófák expanzív az adott ökoszisztémára nem jellemző fajok megjelenése következtében.

Jegyezzétek meg!

Ökológiai biztonság – a környezet és az ember életfontosságú érdekeinek védettségi állapota az emberi tevékenység bármely formájának (gazdasági tevékenység, természeti és technogén vészhelyzetek és azok következményei) lehetséges negatív hatásától.

A korrekció lehetősége vagy a „zöld forradalom” nem feltételezett negatív hatásai. Ahogy már tudjátok: az ökológiai, főként az agroökológiai tudás felhasználása elengedhetetlen feltétele sok probléma megoldásának, amelyek az emberi társadalom előtt állnak még, különösen az ésszerű természethasználattal problémái. (*Gondolkodjatok el rajta, melyek ezek!*) Mindazonáltal, a tudományos közösség legnagyobb reménye a génbankok létrehozása, amelyek hatásos eszközei a biodiverzitás megőrzésének, illetve forrásanyagai az új fajták létrehozásának.

Jegyezzétek meg!

A **génbank** – sajátos tárolók, ahol örökítő anyagot tárolnak, amelyet fel lehet használni életképes növények vagy állatok létrehozására: növények magvait vagy spóráit, lefagyasztott ivarsejteket vagy szövetkultúrákat. A nagy génbankokban, az egész világon közel 2 milliárd növény genetikai mintáit tárolják.

Az ukrainai Harkovban a V. J. Jurjev nevet viselő Növénytermesztési Intézetben hozták létre Ukrajna Növényi Genetikai Forrás Központját. Ennek fő feladata – az Ukrajnában termesztett teljes kultúrák kollekciónak gyűjtése. Manapság ebben a központban 148,3 ezer mintát tárolnak. Saját génbankja („Ukrajna

és a világ flórájának csíraplazma kollekciója”) van az Ukrán Nemzeti Tudományos Akadémia Sejtbiológiai és Génsebészeti Intézetének Kijevben. Ez a kollekció azért érdekes, mert a maganyaggal együtt (a világ minden pontjáról közel 5000 mintát gyűjtöttek be) és így 2000 egyedi sejtvonalat tartalmaz a bank sejt-kultúrái között.

2008-ban a norvég Svalbard-szigeteken, a Spitzbergákon, az örök fagy birodalmában megépítették a Globális magbankot (51. 2. ábra). A nem hivatalos megnevezése – „Az utolsó ítélet pincéje”, mivel a létesítmény célja – a modern magvas növényi kultúrák génállományának megőrzése lokális és globális katasztrófák esetére.



51. 2. ábra. A globális magbank épületének terve, Svalbard szigetek, Norvégia. 2018 novemberében a világ minden pontjáról begyűjtött 967216 mintát tároltak itt. Ukrajna 2633 búza, bab és más kultúrából származó mintát adott át

Az állati sejt-, szövetkultúrák és ivarsejtek hosszútávú modern tárolási módszerei (főként nagyon alacsony hőmérsékleten) nem tökéletesek. Az állati génállomány legmegbízhatóbb tárolói egyelőre az állatkertek. Például, a világ nagy állatkertjeiben jelenleg több, mint 1 millió különböző fajhoz tartozó egyedeket tartanak. A modern állatkertek nemcsak szórakoztató felvilágosító központok, hanem tudományos és nemesítő intézmények is.

Kulcsszavak és fogalmak

„zöld forradalom”, ökológiai biztonság, génbank.

Ellenőrizték a megszerzett tudást!



1. A mezőgazdaság milyen változásai vezetnek a zöld forradalomhoz? 2. Milyen globális pozitív és negatív hatásai vannak a zöld forradalomnak? 3. Miért szükséges génbankokat létrehozni? Milyen nagyobb génbankok vannak Ukrajnában? 4. Nevezétek meg a globális magbank fő célját! 5. Milyen problémákba ütköznek az állati génbankok létrehozásakor?

Gondolkodjatok el rajta!



Javasoljátok saját módszereket a „zöld forradalom” negatív hatásainak leküzdésére!

52. §. ORGANIZMUSOK NEMESÍTÉSE: FŐBB ÁLLÁSFOGLALÁSAI ÉS FELADATA

Emlékezzetek a „fajta” és a „baktériumtörzs” meghatározására! Milyen egyedeket nevezünk hibridnek?

A zöld forradalom negatív következményeit leküzdni nemesítési módszerekkel létrehozott új növény- és állatfajtákkal lehetséges, amelyek jobban alkalmazkodnak az adott hely feltételeihez, és termelésük vagy tartásuk nem igényli az összetett és veszélyes agrotechnikai eljárásokat (a peszticidek, az öntözőberendezések használatát).



Emlékezzetek: a **nemesítés** szelekció (lat.: *selectio* – válogatás, kiszemelés) útján történik – olyan tudomány, amely új növény-, állatfajták és mikroorganizmus törzsek létrehozásával és a már létezők feljavításával foglalkozik. A növény- és állatfajták, a mikroorganizmus-törzsek valójában mesterséges populá-

ciók, amelyek olyan genetikailag rögzített morfológiai (sajátos felépítésbeli) és élettani (például, termőképesség, rezisztencia a betegségekkel és a szárazsággal szemben) tulajdonságokkal bírnak, amelyek hasznosak az ember számára.

Jó tudni



Az elmúlt 15 ezer évben az emberiség közel 6200 különböző állatfajtát hozott létre, viszont a növényfajták mennyiségét nem is vagyunk képesek felbecsülni. Az ilyen nagy mennyiségű formát a természet közel 50 millió év alatt hozott létre (52. 1. ábra).



52. 1. ábra. Különböző káposzta (1) és kutyafajták (2)

Mint mesterséges populációk, a fajták és törzsek genetikai sokféleséggel rendelkeznek: mindegyik egyed (a mikroorganizmusoknál sejt) genetikai jellemzői hasonlóak vagy azonosak, ennek megfelelően – morfológiai bélyegei és biológiai sajátosságai hasonlóak (52. 2. ábra). Ezek nem képesek önállóan létezni a természetben, az ember segítsége nélkül elpusztulhatnak vagy elveszthetik hasznos tulajdonságaikat (elvadulhatnak – 52. 3. ábra).



52. 2. ábra. Aszkániai finomgyapjas juh. Figyeljétek meg a fajta képviselőjének hasonlóságát!



52. 3. ábra. Ausztráliai dingó – elvadult házikutya

A genetika, mint a nemesítés elméleti alapja. A bélyegöröklődés törvényszerűségeinek felismerése, megértve az örökletes és nem örökletes változékonyság okait és törvényszerűségeit, a genetikai információ megőrzésének és megvalósításának molekuláris mechanizmusait, lehetőséget nyújtottak gyorsabban és célzottabban létrehozni új fajtákat, törzseket. A modern nemesítés során felhasználják a klasszikus és a legmodernebb molekuláris genetikai módszereket.

A modern nemesítés globális feladata a kultúrnövények, a háziállatok és a mikroorganizmusok hasznos tulajdonságainak javítása az ember szükségleteinek megfelelően. Például, a kultúrnövények nemesítését végezhetjük a termőképesség

növelése, a beltartalom vagy a technikai tulajdonságok javítása, a kedvezőtlen feltételekhez való rezisztencia (szárazság, szikesezés, kártevők, kórokozók), a termény tárolhatóságának növelése, az új szállítható, melegházban vagy hidropóniás eljárással (talaj nélküli termesztés; a növények gyökereit körülvevő tápfolyadékból nyerik a tápanyagokat) termesztendő fajták előállítására irányában. A kultúrnövények és háziállatok kívánt tulajdonságait az ember létrehozhatja hibridek előállításával.

Bármely növény- vagy állatfajtát bizonyos feltételekhez igazítanak, ahol azok maximális produktivitása megvalósulhat. Gyakran a behozott fajták (különösen a nem hivatalosan bejövő) nem váltják be a reményeket. Ezért minden fajtának át kell mennie a **körzetesítésen**, vagyis ellenőrizni kell, hogy az adott éghajlati öv feltételei mellett alkalmazható-e az adott fajta.

A nemesítést Ukrajnában a Nemzeti Agrártudományi Akadémia és az Ukrán Nemzeti Tudományos Akadémia megfelelő intézményeiben végzik, a nemesítő állomások hálózatában, a fajtakipróbáló részlegeken és a nemesítő farmokon. Ukrajnában a legnagyobb növénynemesítő központok a következők:

- Nemesítő-genetikai Intézet – Nemzeti Magismereti és Fajtavizsgáló Központ (Odessza), ahol létrehoztak és Ukrajna fajtanilyvántartásába jegyezték fel 139 szemestermény-fajtát és hibridet;

- V. J. Jurjev Növénytermesztési Intézet (Harkov), ahol létrehoztak és a fajtanilyvántartásba jegyezték fel 213 szemestermény- és olajos fajtát és hibridet;

- Kertészeti Intézet (Novoszilki, Kijev megye), ahol a sokéves tudományos tevékenység eredményeképpen létrehoztak közel 300 fajta gyümölcsöt és bogyós gyümölcsfajtát;

- „Tairov Szőlészeti és Borászati Kutatóintézet” Nemzeti Tudományos Központ (Tairove, Odessza megye), ahol közel 130 csemege és technikai szőlőfajtát hoztak létre;

- Zöldségtermesztési és Kabakos növénytermesztési Intézet (Szelekcijne, Harkov megye), itt közel 500 zöldség, és kabakos növényfajtát hoztak létre.

- V. M. Remeszla Mironyivszki Búza-termesztési Intézet (Centraljne, Kijev megye), 276 szemterméses fajtát hoztak létre, amelyek között vannak olyan nemesítési remekművek, mint az Ukrainka és a Mironyivszka 808 őszi búzafajta;

- Burgonyatermesztési Intézet (Nemisajev, Kijev megye). Az intézet nemesítói több mint 100 burgonyafajtát hoztak itt létre.

Ismert tudományos intézmények, amelyekben aktívan folyik az állatnemesítő munka a következők: M. F. Ivanov Szytepp Régiók Állattenyésztési Intézete (Aszkania-Nova, Herszon megye), Állattenyésztési Intézet (Harkov), Halgazdasági Intézet (Kijev) és P. I. Prokopovics Méhészeti Intézet (Kijev). Ezek és más intézetek együttműködnek a nemesítő farmokkal, amelyekből szintén sok van Ukrajnában. Például, csak Kijev megyében – 160, Herszon megyében – 61, Harkov megyében – 80.

Feladat. Alkossatok csoportokat, és gyűjtsetek információkat növény- vagy állatnemesítő központokról, amelyek nálatok vagy a szomszédos régiókban működnek. Ismertessétek meg osztálytársaitokat azok tudományos eredményeivel!

Kulcsszavak és fogalmak

nemesítés, körzetesítés.

Ellenőrizték a megszerzett tudást!



1. Miért van az, hogy a háziállatok és kultúr-növények evolúciójának törvényszerűségei jelentősen eltérnek a természetben zajló evolúciós folyamatoktól? 2. Miben különböznek az állat- és növényfajták, illetve mikroorganizmus törzsek a természetes populációiktól? 3. Melyik tudomány a nemesítés elméleti háttere? 4. Mi a modern nemesítés globális feladata? 5. Miért fontos a fajták körzetesítése?

Gondolkodjatok el rajta!



Milyen problémák adódnak az állatok és növények fajok közötti hibridjeinek létrehozásakor és felhasználásakor?

Kreatív feladat.




Felhasználva a következő honlapot: <http://agroua.net/>, amelyen megtalálható az Ukrajnában alkalmazott növény és állat fajták listája, a kiválasztott kategóriában találjátok meg az ukrán nemesítésű fajtákat!

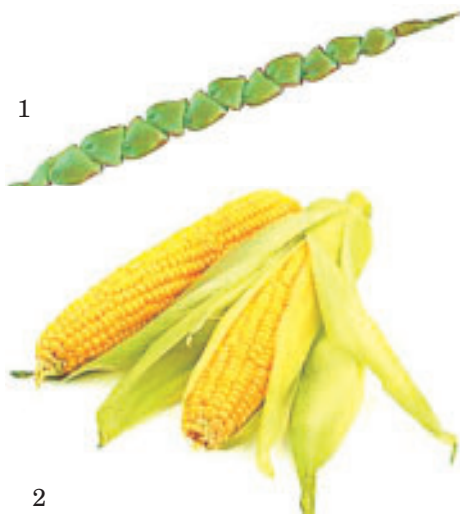
53. §. A NEMESÍTÉS MÓDSZEREI: MESTERSÉGES SZELEKCIÓ ÉS HIBRIDIZÁCIÓ

Emlékezzetek a szelekció típusaira! Mi a hibridológiai elemzés, az allél gének közötti kölcsönhatás? Milyen nem allél gen kölcsönhatások vannak?

Az állatok háziásításának és a növények kultúrában való termesztésének első próbálkozásai óta (15000–10000 éve) az ember folyamatosan megpróbálta javítani azok tulajdonságait. Nem egészen tudatosan, de kiválogatta a hasznosabb egyedeket, amelyeknek egyes minőségi tulajdonságai tetszetősnek bizonyultak, például jobb volt a termőképességük, és fokozatosan feljavította azokat. Az ilyen szelekcióformát nem tudatosnak nevezzük. A szelekciónak ez a primitív formája tartott a legtovább, és kiváltotta az első olyan állat- és növényfajták megjelenését, amelyek jelentősen eltértek az ősi formáktól (53. 1. ábra).

A későbbiekben az ember elkezdte céltudatosan kiválasztani a szükségleteit kielégíteni képes egyedeket, vagyis *módszeres szelekciót* végzett, igyekezett tudatosan új formákat létrehozni. A módszeres kiválogatás tudatos szelekció.

 Már tudjátok, hogy a nemesítés fő módszerei a mesterséges szelekció és a hibridizáció. **Emlékezzetek:** a **mesterséges szelekció** lényege, hogy az ember kiválogat olyan egyedeket, amelyek a számára szükséges tulajdonságokkal rendelkeznek, és a későbbiek során ezeket szaporítja. A mesterséges szelekció elméletét C. Darwin dolgozta ki. A mesterséges szelekciónak két típusa van: tömeg- és egyedszelekció. A *tömegszelekció* során az egyedek csoportjait válogatják ki az embert érdeklő bizonyos kritériumok szerint. Ennek a szelekciónak az egyszerűség az előnye. A legfőbb hátránya, hogy az egyedeket a fenotípusuk alapján válogatják ki, a genotípusuk figyelembevétel nélkül. Ez jelentősen lelassítja a nemesítés folyamatát, a fajták létrehozása vagy feljavítása sok időt igényel. (*Gondolkodjatok el rajta, miért!*)



53. 1. ábra. Közép-amerikai vadon növe kukorica ős (1) és jelenkori hibrid fajtája (2)

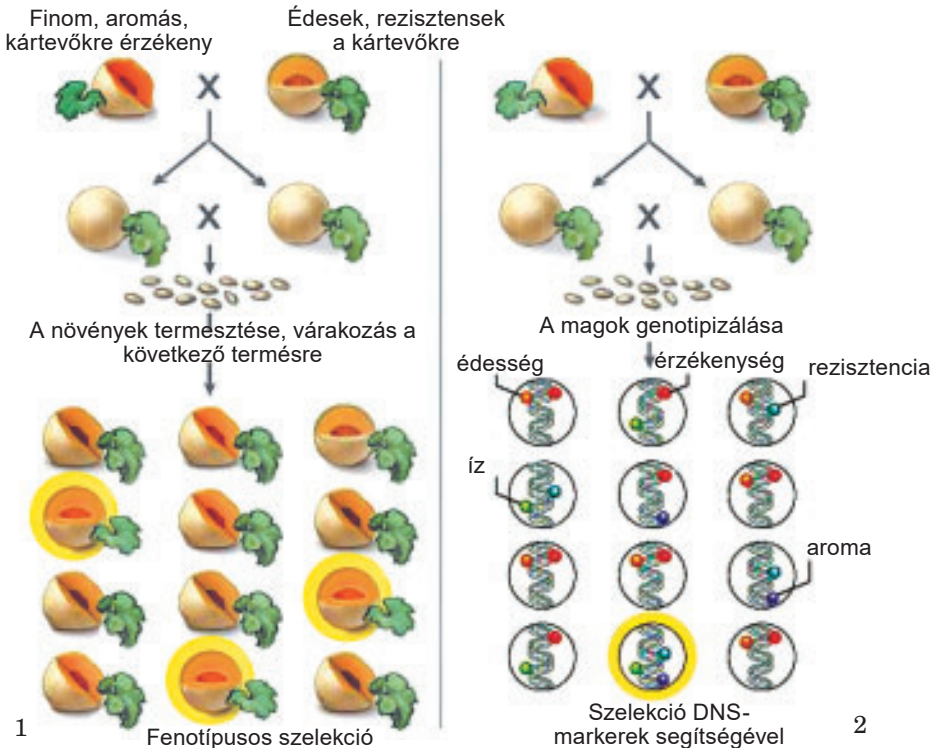
Az ún. népi szelekció által létrehozott fajták több emberi generáció alatt jöttek létre, éppen a tömegszelekciónak köszönhetően. Erre példa az ismert szürke ukrán fajtája a szarvasmarhának, amelynek herélt bikáját ökörnek nevezzük (53. 2. ábra).



53. 2. ábra. A szarvasmarha ukrán szürke fajtáját ábrázoló ukrán postai bélyeg

Az *egyedszelekció* esetében megvizsgálják az egyes állatok vagy növények örökletes tulajdonságait, értékelik utódaik tulajdonságait. Ez lehetőséget nyújt arra, hogy értékeljük egyes bélyegek öröklődésének jellegét, és a környezet hatását azok kialakulására. Az *egyedszelekció* pontosabb eszköz megfelelő genotípusok létrehozására a nemesítés során.

A nemesítés folyamatát jelentősen fel lehet gyorsítani a modern molekuláris genetikai módszerekkel. Így, jelenleg aktívan fejlődik *molekuláris markerek szelekciója* (53. 3. ábra). A **molekuláris markerek** – olyan gének (vagy géncsoportok) közelében elhelyezkedő kisebb DNS-szegmensek, amelyek a nemesítő számára kívánatos bélyegeket (például, növények paraziták elleni rezisztenciája) határozzák meg, amelyeket a nemesítő az új fajta tulajdonságai között szeretne



53. 3. ábra. A közönséges nemesítés (1) és a DNS-markerek segítségével végzett nemesítés (2) összehasonlítása. A második esetben a nemesítő kiválaszthat növény jelöltet a további nemesítő munkához még azelőtt, hogy azok megnőnének és teremnének

látni. A markerek használatának következtében, a nemesítési célra alkalmazni kívánt növény szöveteinek kisebb darabjai vizsgálatával, meg lehet állapítani a nemesítőt érdeklő gén jelenlétét vagy hiányát. A DNS-markerek használatával jelentősen megnő a valószínűsége annak, hogy a megfelelő genotípusú egyedet választják ki.

A nemesítés során alkalmazott főbb kereszteztípusok. *Emlékezzetek: a hibridizáció* – nemesítési módszer, amelynek lényege, hogy a kívánt tulajdonságú organizmusokat keresztezések rendszerével hozzák létre. A rokonkereszte-zést, vagy *inbreedinget* (beltenyésztést), alkalmazzák a tiszta (az öntermékenyülés esetében) vagy inbred (beltenyésztett, közeli rokonokkal keresztezett) vonalak létrehozására. (*Emlékezzetek, mi a tiszta vonal!*) A legtöbb növény- és állatfajta éppen ilyen tiszta vonal. Ugyanakkor a rokonok közötti keresztezés az egyedek életképességének és produktivitásának csökkenéséhez vezethet, a hosszan tartó betenyésztettség miatt. (*Gondolkozzatok el rajta, miért!*) Ennek ellenére sok keresztemporzású növény és váltivarú állat beltenyésztet-vonalaira van szükség a nemesítéshez.

A nem rokon keresztezést, az *outbreedinget*, különböző vonalak egyedei között hajtják végre, amely lehetőséget nyújt különböző fajták hasznos bélyegeinek kombinációjára. Ezenkívül a különböző állat-, növényfajták vagy inbred vonalak egymás közötti keresztezése következtében gyakran megfigyelhetjük a heterózis jelenségét.

 *Emlékezzetek: a heterózis*, avagy a „hibridek fölénye”, – olyan jelenség, amikor az első generációs hibridek egyes bélyegeit és tulajdonságait tekintve (produktivitás, életképesség, testtömeg) felülmúlják a szülői formákat. A heterózishatást széleskörűen felhasználják a mezőgazdaságban. Például, az összes forgalomban lévő kukorica fajta első generációs hibrid. brojler csirkék növekedésének gyors tempója (53. 4. 1. ábra) szintén kapcsolatban áll a heterózishatással (különböző hústermelésre szelektált csirkefajták beltenyésztet vonalainak hibridjei). A Sertésenyésztő és Agroipari Termelő Intézetben (Poltava) hozták létre a vörösövű sertést, amely húshasznosítású fajta (53. 4. 2. ábra): ha ennek a fajtának a kanjait keresztezik bármely más fajtájú kocával, akkor a heterózishatás valószínűsége 15 %-ra nő. A heterózis teljes mértékben csak az első generációs hibridekben jelenik meg. A következő generációban ez a hatás eltűnik. (*Gondolkozzatok el rajta, miért!*)

Ismételt visszakeresztesítés – a szükséges bélyeggel rendelkező első vagy több generációs hibrid utódokat keresztezik az egyik szülői (donor) fajtával. Ennek köszönhetően nemzedékről nemzedékre fokozódik a hibrid egyedek genotípusában a nemesítő által kívánt, a donor fajra jellemző gének koncentrációja.



53. 4. ábra. A heterózis jelensége az állatok nemesítésében: 1 – brojler csirke – a heterózishatás példája (bal oldalon) és a kiindulási húshasznosítású fajta csirkéje (jobb oldalon); 2 – vörösövű sertésfajta, amely húshasznosítású sertést alkalmaznak sertések heterózisos formáinak előállítására



53. 5. ábra. Fajok közötti hibridek növényeknél és állatoknál: 1 – tritikálé – a búza és a rozs mesterségesen keresztezett hibridje; 2 – öszvér; 3 – nar

Távoli (fajok közötti) hibridizáció – különböző fajok vagy nemek, nemzetségek képviselőinek keresztezése. Ilyen hibridizáció eredményeképpen létre lehet hozni olyan egyedeket, amelyek a különböző fajok emberek számára hasznos tulajdonságait egyesítik magukban. Például, a tritikálé – a búza és a rozs mesterségesen keresztezett hibridje (53. 5, 1. ábra) – magasabb a hidegtűrése, mint a kiinduló fajoké, ellenállóbb. A betegségekkel szemben, magasabb a fehérje tartalma. Régen ismert a ló és a szamár hibridje – az öszvér (53. 5, 2. ábra), amely a szülőfajoktól eltér kitartásával, masszív alkatával és hosszú életével. Erősebb és kitartóbb a nar – első generációs hibridje az egypúpú és a kétpúpú tevéknél (53. 5, 3. ábra).

Távoli hibridizációt végezve, a nemesítő a következő problémákkal kerülhet szembe: *a fajok közötti hibridek létrehozásának nehézségei azok biológiai összeférhetetlensége miatt* (eltérő az ivarszervek, az ivarsejtek pusztulása a megtermékenyítés előtt vagy után, a zigóta barázdálódásának nehézségei a szülőfajok kromoszóma számának eltérése miatt); a hibridek sterilitása. (*Gondolkodjatok el rajta, miért!*)

Időnként sikerül létrehozni stabil, fertilis fajok közötti hibrideket. A növények között – a kenyérbúza (három faj hibridizációjából jött létre). Az állatoknál – vicsege – a viza és a kecsge termékeny hibridje (53. 6, 1. ábra). Termékenyebbek lehetnek a háziállatok és vadon élő rokonaik fajok közötti hibridjei is. Például, a vékonygyapjas juh és a muflon (ezt a fajt tartják a juhok legközelebbi vadon élő rokonának) keresztezésének eredményeként született meg a hegyi merinó fajta (53. 6, 2. ábra).



53. 6. ábra. Fajok közötti termékeny hibridek: 1 – vicsege; 2 – hegyi merinó

Kulcsszavak és fogalmak

mesterséges szelekció, hibridizáció, heterózis.

Ellenőrizték a megszerzett tudást!



1. Mi a mesterséges szelekció lényege?
2. Miben különbözik a tömegszelekció és az egyedszelekció?
3. Miért hatékonyabb a molekuláris markerekkel történő szelekció?
4. A nemesítés során milyen főbb típusait alkalmazzák a keresztezésnek?
5. Mivel magyarázható a fajok közötti hibridek terméketlensége?



54. §. AZ ORGANIZMUSOK NEMESÍTÉSE: A GENETIKAI SOKFÉLESÉG NYOMÁBAN

Emlékezzetek mi a genetikai sokféleség!? Hogyan értékelik a populációk genetikai sokféleségét (heterogenitását)? Mik azok a genetikai markerek?

Már tudjátok, hogy a növény- vagy állatfajták genetikai sokfélesége vagy heterogenitása alacsonyabb, mint a természetben élőké. (*Gondolkodjatok el rajta, miért!*) Ennek megfelelően minden fajta rendelkezik bizonyos egyedi DNS-szekvenca variáns készlettel (polimorf molekuláris markerekkel). *Feladat:* felhasználva az internetes forrásokat találjátok információkat a DNS ujjlenyomat módszerről!

A nemesítés fő módszere – a mesterséges szelekció – hatástalan a genetikailag homogén populációk esetében. Ezért a sikeres munka érdekében nemesítőknek szüksége van a kiinduló anyag genetikai sokféleségére. Az effektív növénynemesítésben a kiinduló anyag jelentőségéről szóló ismereteket a világszerte ismert genetikus és nemesítő M. I. Vavilov (54. 1. ábra) dolgozta ki. Ő hozta létre a világon elsőként az első „génbankot” – a kultúrnövények és vadon élő fajaik magvainak kollekciónak. A világot járva, az expedíciói során elemezve a világ növényi forrásait M. I. Vavilov megállapította a **kultúrnövények 7 származási központját** (lásd 54. 1. táblázat; 54. 2. ábra), ahol megfigyelhető a kultúrnövények és vadfajaik legnagyobb faji és fajta sokfélesége. Ezek a központok földrajzilag pontosan megegyeznek az ókori civilizációk központjaival.



Fig. 54.1. Nicolai Ivanovici Vavilov (1887–1943)

Jó tudni



A molekuláris genetika és a genetikai heterogenitás meghatározásának új módjai fejlődésével a nemesítés szembe került a kultúrnövények származási központjainak mennyiségi felülvizsgálatával. Például, néhány tudós szerint a dél-ázsiai trópusi központot három részre kell felosztani. Javasolják még egy központ hozzáadását – az ausztráliai, ahonnan az eukaliptusz, a kivi az új zélandi spenót és a len származik.

54. 1. táblázat

KULTÚRNÖVÉNYEK SZÁRMAZÁSI KÖZPONTJAI		
Származási központjai	Elhelyezkedése	Kultúrnövények
Dél-Ázsiai trópusi központ	Trópusi India, Indokína, Dél-Kelet Ázsia szigetei	Rizs, cukornád, citrusfélék, padlizsán, uborka stb. (a kultúrnövények 33 %-a)
Kelet-Ázsiai központ	Kína központi és keleti része, Japán, Korea, Tajvan	Szója, köles, tea, hajdina, szilva, meggy, alma stb. (a kultúrnövények 20 %-a)

Származási központjai	Elhelyezkedése	Kultúrnövények
Dél-Nyugat Ázsiai központ	Kisázsia, Közép-Ázsia, Irán, Afganisztán, Dél-Nyugat India	Búza, rozs, hüvelyesek, len, kender, tarlórépa, fokhagyma, szőlő stb. (a kultúrnövények 14 %-a)
Földközi-tengeri központ	A Földközi-tenger partján elterülő országok	Káposzta, cukorrépa, olíva, lóhere stb. (a kultúrnövények 11 %-a)
Abesszíniai központ	Abesszín-fennsík Afrikában	Durumbúza, árpa, kávébab, banán, cirok stb. (a kultúrnövények 4 %-a)
Közép-Amerikai központ	Dél-Mexikó	Kukorica, kakaóbab, tök, dohány, gyapot stb. (a kultúrnövények 10 %-a)
Dél-Amerikai központ	Dél-Amerika nyugati partvidéke	Burgonya, paradicsom, cinchona fa, ananász, földimogyoró stb. (a kultúrnövények 8 %-a)



54. 2. ábra. A kultúrnövények származási központjai I – Dél-Ázsiai trópusi központ; II – Kelet-Ázsiai központ; III – Dél-Nyugat Ázsiai központ; IV – Földközi-tengeri központ; V – Abesszíniai központ; VI – Közép-Amerikai központ; VII – Dél-Amerikai központ

A háziállatok származási központjainak meghatározása (házasítási központok) – nagyon összetett feladat. Mivel a jelenlegi háziállatok őseinek többsége már kihalt. Ezenkívül egy állatfajt egymástól függetlenül több helyszínen is házasítottak. Ráadásul a népvándorlások ideje alatt az emberrel együtt vándorló háziállatok alkalmazkodtak az új feltételekhez, kereszteződtek a helyi vad rokon fajokkal, megváltoztak. Jelenleg 6 fő házasítási központot különböztetnek meg, amelyek szintén az ókori civilizációk központjainak felelnek meg (54. 2 táblázat; 54. 3. ábra).

FŐBB HÁZIASÍTÁSI KÖZPONTOK		
Háziasítási központ	Elhelyezkedése	Háziállatok
Kínai-malájziai	Vietnam, Laosz, Kampucsea, Thaiföld, Kína keleti területe	Sertés, baromfi, házikacsa, kínai hattyúlúd, selyemhernyó, tölgy selyemhernyó, selyemlepke, háziméh, aranyhal, kutya
Indiai	India, Dél-Pakisztán, Burma, Nepál	Zebu, gaur, bali marha, bubalus, páva, baromfi, indiai macska, kutya, háziméh
Dél-nyugat Ázsiai	Északkelet-Törökország, Szíria észak-keleti része, Irán, Irak, Kaukázus, Afganisztán	Szarvasmarha, keleti típusú háziló, házijuh, kecske, sertés, egypúpú teve, házigalamb, méh
Földközi-tengeri	A Földközi-tenger partvidéke, Spanyolország északkeleti része, Franciaország délkeleti része, Svájc, Balkán-félsziget, Görögország, Albánia, Szíria délnyugati része	Szarvasmarha, nyugati típusú háziló, házijuh, kecske, sertés, házikacsa, nílusi lúd, antilop, gazella, házinyúl, házimacska stb.
Andoki	Északi Andok, Déli Andok, Ecuador, Peru, Bolívia délnyugati része	Láma, alpaka, pézsmaréce, tengerimalac, pulyka
Afrikai	Északkelet-Afrika	Strucc, gyöngytyúk, macska, kutya, házi szamár



54. 3. ábra. Főbb házasítási központok



54. 4. ábra. A dél-amerikai burgonyafajták sokfélesége (*Feladat: hasonlítsátok össze ezeket a boltokban és piacokon nálunk elterjedt helyi fajtákkal!*)

nyek és a háziállatok értékes tulajdonságainak kialakulásáról szóló ismereteket a múltban, a nemesítő a jelenkorban kidolgozhat a fajták létrehozására és tökéletesítésére szolgáló konkrét lépéseket.

Kulcsszavak és fogalmak

kultúrnövények származási központjai, házasítási központok.

Ellenőrizték a megszerzett tudást!



1. Miért van az, hogy a helyi kultúrnövény-fajták csekély fajtaközi genetikai heterogenitással rendelkeznek? 2. A kultúrnövények milyen származási központjait ismeritek? 3. Milyen kritériumok szerint lehet meghatározni, hogy bizonyos terület származási központja-e valamelyik fajnak? 4. Felhasználva a 54. 1. táblázat adatait nevezzük meg azokat a kultúrnövényeket, amelyek az újvilágból kerültek hozzánk és termesztik Ukrajnában! 5. Miért nehéz megállapítani a házasítási központokat? 6. Milyen gyakorlati jelentősége van a házasítási központoknak és a kultúrnövények származási központjainak?

Gondolkodjatok el rajta!



Hogyan lehet megállapítani a molekuláris markerek segítségével, hogy milyen genetikai vonalakat használtak fel valamely fajta nemesítésekor?

55. §. A GENETIKAI SOKFÉLESÉG NÖVELÉSE A NEMESÍTÉS SORÁN

Emlékezzetek, mi a kombinatív és a mutációs változékonyság! Milyen keresztezés típusok vannak? Milyen keresztezés a rokonkeresztezés és a nem rokon keresztezés? Mik azok a spontán mutációk?

A nemesítési alapanyag genetikai sokféleségének növelése bármely nemesítés elengedhetetlen szakasza. (*Gondolkodjatok el rajta, miért!*) Ezt a feladatot több módon is meg lehet oldani.

A kombinatív változékonyság növelése nem rokon keresztezéssel. A sokféle nemesítő alapanyag jelenlétében a fajták genetikai sokféleségét lehet növelni nem rokon keresztezéssel (outbreeding). Ezekhez felhasználják az allélgének új kapcsolódás variánsainak létrehozására és az új bélyegkombinációk szelekciójára. A nemesítésben óriási szerepe van nemcsak a helyi, de a behozott fajtáknak is (55. 1. ábra).



55. 1. ábra. Amerikai kukoricafajták, amelyeket Ukrajnában is természetesen: oaxacai vörös kukorica (1), Thompson Prolific kukorica (2)



55. 2. ábra. A házisertés és a vaddisznó hibridje

Növényi és állati vadfajták bevonása kiindulási anyagként. Vadfajok általában jobban alkalmazkodtak a létfeltételekhez, ellenállóbbak a kedvezőtlen hatások iránt és betegségek ellen. Például, a burgonyafajták hibrid kultúrái a vadfajokkal való keresztezés után ellenállóbbá váltak a burgonyabogárral, a fonálféreggel, a gombabetegségekkel szemben; vannak korai fajták, amelyek jobban elviselik az alacsony hőmérsékletet, évente kétszer teremnek. Nagyon közkedveltek a házi sertés és a vaddisznó keresztezéséből származó fajták (55. 2. ábra). Az így előállított hibridek gyorsabban alkalmazkodnak a különböző feltételekhez.

A nemesítőket érdeklő mutációk keresése, kísérleti mutagenézis. Mutáció eredményeképpen új génvariánsok és bélyegek jönnek létre, amelyek hasznosak lehetnek az ember számára. A spontán mutációk mesterséges szelekciójával sikerült előállítani sok új növény- és állatfajtát (55. 3. ábra). Az ember számára hasznos bélyegeket kontrolláló mutációk többsége a természetben negatív hatású. Például, a rókaprém platina színét kiváltó mutáció (nagyon értékes az ember számára) homozigóta állapotban letális.

A spontán mutációk létrejöttének gyakorisága nagyon alacsony, ezért nehéz kimutatni. (*Gondolkozzatok el rajta, miért!*) A XX. század elején felfedezték a mutagén tényezőket, amelyek növelik a mutációk gyakoriságát. A XX. század 20-as 30-as éveiben a hazai genetikus A. O. Sapegin és L. M. Delone először alkalmaztak ionizáló sugárzást a búza hasznos formáinak előállítására. Munkájuk



55. 3. ábra. Mutáns formák, amelyekből új fajtákat hoztak létre: 1 – tacsó, 2 – platina róka, 3 – Mironivszka 61 rövidszárú búzafajta (*Feladat: a tanár segítségével találjátok információkat az említett fajták létrehozásáról és elemezzétek azokat!*)



55. 4. ábra. A kémiai mutagenézis felfedezői: 1 – az ismert genetikus Jozip Abramovics Rapoport (1912–1990; Csernyigovban született); 2 – ismert brit genetikus Charlotte Auerbach (1899–1994)



55. 5. ábra. Volodimir Vaszilovics Morhun (1938–), akadémikus, az Ukrán Tudományos Akadémia Növényélettani és Genetikai Intézetének igazgatója, Ukrajna hőse

megalapozta a radiációs mutagenézis alkalmazását a növénynemesítésben. Miatán I. A. Rapoport és C. Auerbach (55. 4, 1, 2. ábra) felfedezte a kémiai mutagenézist, elkezdték azt aktívan alkalmazni a nemesítésben az olyan kémiai anyagokat, amelyek 10-szeresére vagy 100-szorosára növelik a mutációk gyakoriságát. A kémiai mutagenézis segítségével hoztak létre sok burgonya-, dohány-, paradicsom-, paprika- és más kultúrfajtát.

Ukrajnában mutációs nemesítés irányzatát aktívan fejleszti V. V. Morhun (55. 5. ábra) akadémikus. Prioritást élvez ebben a folyamatban a kémiai anyagok és a fizikai tényezők, különösen a környezeti tényezők, mutációs hatásának megállapítása. Alkalmazva a kísérleti mutagenézist V. V. Morhun sok nagy produktivitású búza- és kukoricafajtát illetve vonalat hozott létre.

Jó tudni

A genetikai sokféleség növekedésének oka lehet maga a házasítás vagy a hibridizáció. Például, az ismert genetikus és nemesítő D. K. Beljajev felfigyelt rá, hogy a rókák házasításakor nagy mennyiségű új jellegállapot jelenik meg, amelyek nem jellemzőek a természetben élő egyedekre. Egyes búzahibridekben megfigyelhetjük a génmutációk és kromoszóma-aberációk megnövekedett szintjét. B. McClintock (55. 6. ábra) hasonló jelenségeket „genom stressznek” nevezte, amelyeket meg lehet magyarázni a genom mobilis elemeinek aktivációjával, vagy a genom epigenetikus változásaival. *(Emlékezzetek, mi az epigenetikus öröklődés!)*

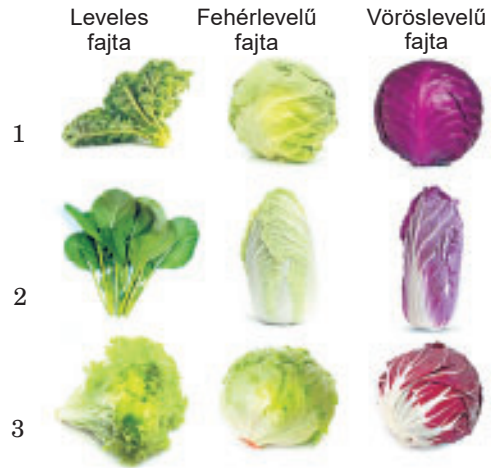
A mutációs folyamat nem irányítható, ezért nem lehet előrelátni, mely mutációk lesznek hasznosak a nemesítés során, közülük melyeket lehet megtalálni a nemesítési alapanyagban, és melyeket kell kísérleti úton előállítani vagy, hogy egyáltalán elő lehet-e állítani a kívánt új bélyeget.

● Ebben az értelemben nagy jelentősége van a nemesítés számára az **örökletes változékonyság homológ sorai törvényének**, amelyet M. I. Vavilov írt le.



55. 6. ábra. Barbara McClintock (1902–1992) – amerikai citogenetikus, élettani és orvosi Nobel-díjat kapott a genom mobilis elemeinek felfedezéséért

55. 7. ábra. Az örökletes változékonyság sorai a különböző növényfajok képviselőinél: 1 – káposzta (Káposztafélék családja); 2 – tarlórépa (Káposztafélék családja); 3 – kerti saláta (Ószirozsa-félék családja). A fejes mezei mustár fajtákat pekingi kel néven ismerjük



Eszerint a *genetikailag közeli fajok és nemek hasonló örökletes változékonysági sorokkal jellemezhetőek olyan pontossággal, hogy megvizsgálva egy fajon vagy nemen belül a formák sorait, előre lehet látni olyan formák meglétét, amelyek hasonló bélyegkombinációkkal rendelkeznek a közeli fajokon vagy nemeken belül*. Vagyis, a közeli fajok és nemek képviselőinél a rokoni génekben azonos mutációk jönnek létre, és ha mi megtaláljuk a kívánt bélyeget egy faj képviselői között, akkor nagy valószínűség szerint várhatjuk a megjelenését, vagy a mutáns forma létrehozását ilyen bélyeggel más faj vagy nem képviselőiben. (55. 7. ábra – *Gondolkozzatok el rajta, miért!*)

Az örökletes változékonyság homológ sorai törvénye univerzális minden organizmusra. Megvizsgálva a közeli fajok örökletes változékonyságát, a nemesítők megtudják tervezni az új növény- és állatfajták létrehozását előre megtervezett örökletes bélyegekkel.

Kulcsszavak és fogalmak

örökletes változékonyság, kísérleti mutagenézis, az örökletes változékonyság homológ sorai törvény.

Ellenőrizték a megszerzett tudást!



1. Miért érdemes bevonni a behozott fajtákat a nemesítő munkába? 2. Magyarazzátok meg a kísérleti mutagenézis jelentőségét a nemesítésben! 3. Fogalmazzátok meg az örökletes változékonyság homológ sorainak törvényét! Milyen gyakorlati jelentősége van a nemesítés szempontjából?

Gondolkozzatok el rajta!



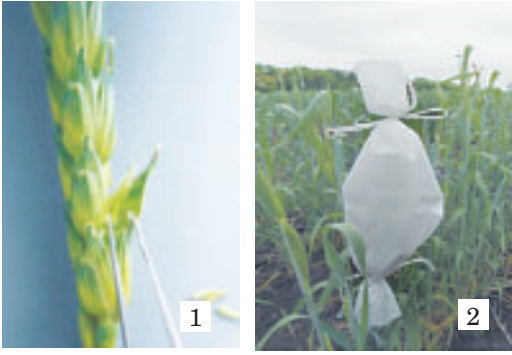
1. Miért nem alkalmazzák a kísérleti mutagenézist az állatok nemesítésében? 2. Hogyan lehet alkalmazni az örökletes változékonyság homológ sorainak törvényét a rendszertanban?

56. §. A NÖVÉNY- ÉS ÁLLATNEMESÍTÉS SAJÁTÓSÁGAI

Emlékezzetek A nemesítésben alkalmazott keresztezés típusokra! Mi a haploidia, a poliploidia, a modifikáció-változékonyság? Mi a partenogenezis (szűznemzés) és a klónozás?

A kultúrnövények gyakran rendelkeznek rövid életciklussal és magas termőképességgel, ami alkalmas objektumokká teszi azokat a nemesítés során.

A növénynemesítés sajátosságai abban mutatkoznak meg, hogy sok faj képes az önmegporzásra és a vegetatív szaporításra. Az önmegporzó és idegen megporzó növényfajok nemesítése közötti különbség a nemesítésük elsődleges szakaszaiban jelenik meg.



56. 1. ábra. Különböző búzavonalak keresztezése (a növénynek önmegporzó): 1 – a porzók eltávolítása, 2 – A keresztezett növények egyesítése izolátorban

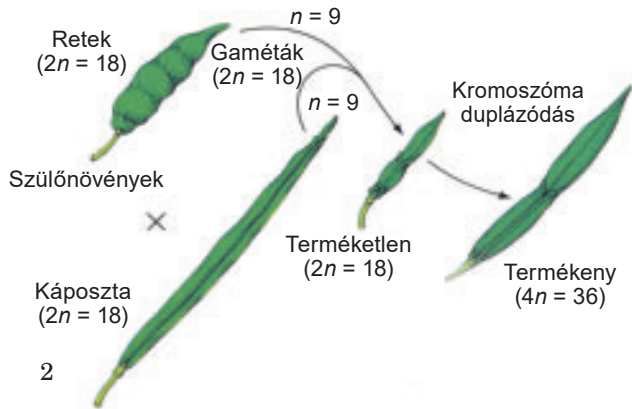
felhasználják heterózisos hibridek előállítására.

Második sajátosság – a kísérleti mutagenézis aktív felhasználása. Harmadik sajátosság – a poliploidia széleskörű alkalmazása. A diploid formákkal összevetve a poliploid növények az ember számára sok hasznos bélyeggel rendelkeznek: nagyobb vegetatív tömeg, megnövekedett tápanyagtartalom, a kedvezőtlen körülményekhez való rezisztencia, jobb ízminőség.

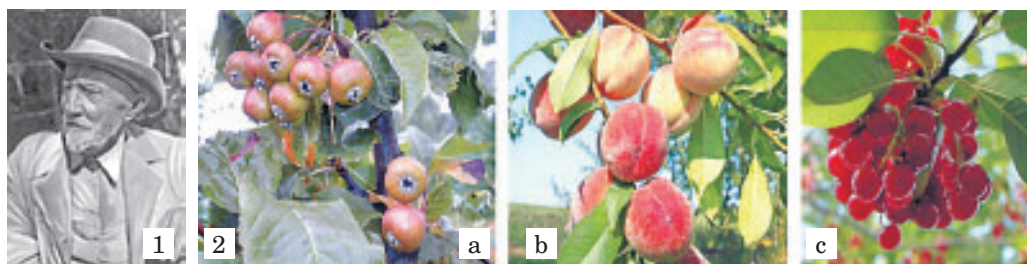
A poliploid növények létrehozása megbízható módszer arra, hogy leküzdjük a távoli hibridek sterilitását. A kromoszómakészlet mesterséges megduplázása poliploid formák megjelenéséhez vezet, amelyek képesek az ivaros szaporodásra. Klaszikus példa a sterilitás leküzdésére a raphanobrassica (a káposzta és a retek hibridje), amelyet H. D. Karpecsenko (56. 2. ábra) hozott létre.

Negyedik sajátosság – haploid formák előállításának lehetősége (gyakran szűznemzéssel). A további mesterséges kromoszóma duplázással diploid homozigóta vonalakat alkotnak.

A haploidok előállításának egyik módszere porzó kultúrák alkalmazása. A porzókat mesterséges táptalajokra helyezik, amelyek növekedést serkentő anyagot tar-



56. 2. ábra. 1. Georgij Dmitrijevics Karpecsenko (1899–1941), ismert genetikus és nemesítő, a világon elsőként hozott létre termékeny nemek közötti növényhibrideket mesterséges poliploidizáció segítségével. 2. A raphanobrassica előállításának sémája



56. 3. ábra. 1. Iván Vlagyimirovics Micsurin (1855–1935) – ismert biológus és nemesítő, aki több mint 300 gyümölcsfajtát hozott létre. 2. Néhány távoli hibrid növény, amelyeket Micsurin nemesített: a – a berkenye és a körte hibrid; b – Déli őszibarack; c – cirapadus – a meggy és a madárceeresznye hibridje

talmaznak. Ezekből a csírához hasonló struktúrák jönnek létre (*embrioidok*) haploid kromoszóma készlettel, amelyekből később haploid növényeket növesztenek.

Ötödik sajátosság – a növény képessége vegetatív szaporodásra. Az ilyen típusú szaporodásmód esetén az összes utódegyed gyakorlatilag *klón* – genotípusuk identikus. A nemesítés során a vegetatív szaporítást arra alkalmazzák, hogy gyorsan a kívánt tulajdonságokkal jellemezhető, nagy mennyiségű növényt állítsanak elő.

A növénynemesítésben fontos módszer az *oltás* – különböző növények részének egyesítése. Az oltás kiváltja az oltott egyed fenotípusos változásait: egyesíti az oltóanyag és az alany bélyegeit, és kiterjeszti azokat az egész újonnan létrehozott organizmusra (például, a nagy produktivitású déli gyümölcskultúrák télálló, vad alanyba való oltása, biztosítja a jó ízminőség és a fagyállóság egyesülését az oltványban). Mivel ezek a hasznos tulajdonságok nem rögzülnek a genotípusban, gyorsan elveszhetnek. Ezért az oltást érdemes periodikusan megismételni.

Azokat a bélyegeket, amelyeket az alany és az oltóanyag kölcsönhatásának következtében jönnek létre, fel lehet használni a további nemesítésben, amit a gyakorlatba az ismert nemesítő I. V. Micsurin (56. 3. ábra) ültetett át.

Az állatnemesítés sajátosságai abban mutatkoznak meg, hogy nem lehetséges az önmegtermékenyítés, viszonylag hosszú az élettartam, a poliploid formák létrehozása nehézségekbe ütközik stb.

Mivel a hímek több gamétát képeznek, mint a nőstények, a nemesítés során leginkább a fajta perspektivikus hímjeit igyekeznek felkutatni. Eközben fontos jelentősége van a hímek **külső megjelenésének (*exteriőr*)** – külső fenotípusos bélyegek összessége, amelyek jellemzik az adott fajtát (56. 4. ábra).

Egyes hasznos tulajdonságok csak az egyik nem képviselőivel jelenhetnek meg, míg a másiktól hiányoznak (például a tehenek tejhozama). Ezért gyakran a hímek hasznosságát az ellenkező nemű utódaik produktivitásával mérik. A hímeket azt utódaik alapján próbálják ki: a perspektivikus hímeket keresztezik saját nőivarú utódaikkal. Így értékelik a hímekben esetleg jelenlévő negatív recesszív mutációkat.



56. 4. ábra. Hereford fajtájú bika

Az állat nemesítésben felhasználnak modern szaporító technológiákat is: mesterséges megtermékenyítést és „kémcsöves” (in vitro) megtermékenyítést. (*Emlékezzetek* ezekre módszerekre!) A mesterséges megtermékenyítéskor a legtermékenyebb hím gamétáival nagy mennyiségű nőtényt megtermékenyítenek meg, és jelentős mennyiségű utódot hoznak létre. Az in vitro megtermékenyítés esetében a nemesítő számára perspektivikus nőtények (belőlük évente több tucatot lehet létrehozni) petesejtjeit megtermékenyítik a legproduktívabb hímek spermájával, és az így létrehozott zigótákat vagy embriókat a fejlődésük korai stádiumában beültették más nőtények méhében.

Az állatok körében a poliploidia nagyon ritka, ezért azt a nemesítés során kevés fajnál alkalmazzák (például a selyemhernyónál és egyes halfajoknál).

Kulcsszavak és fogalmak

poliploid, oltás, külső megjelenés.

Ellenőrizték a megszerzett tudást!



1. Hogy lehet előállítani önmegporzó hibrideket? 2. Hogyan alkalmazzák a növénynemesítésben a poliploidia jelenségét? 3. Miért oltják a növényeket? 4. Milyen módszereket alkalmaznak az állatnemesítésben?

Gondolkodjatok el rajta!



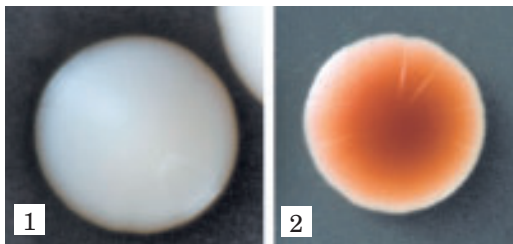
1. Hogyan lehet molekuláris genetikai szempontból megmagyarázni a fenotípusos változásokat, amelyek oltás következtében jönnek létre? 2. Miért alkalmazzák ritkán a poliploidit az állatnemesítésben?

57. §. MIKROORGANIZMUSOK BIOTECHNOLÓGIÁJA, NEMESÍTÉSE ÉS GÉNSEBÉSZETE

Emlékezzetek, mi a mikroorganizmus törzs, a plazmid, a bakteriofág és annak életciklusa!?



A **biotechnológia** – az organizmusok vagy biológiai folyamatok felhasználása az ember számára fontos termékek előállítására, illetve az organizmusok tudományos manipulációja, főként a molekuláris genetikai szinten. Az ember már régóta alkalmazza a mikroorganizmusokat saját igényei kielégítésére: az élesztőt kenyér, sör és bor készítéséhez, a baktériumokat és egyes penészgombákat sajt készítéséhez. A legrégebbi sörreceptet közel 8000 éves, sumér ékírásos táblán találták az archeológusok.

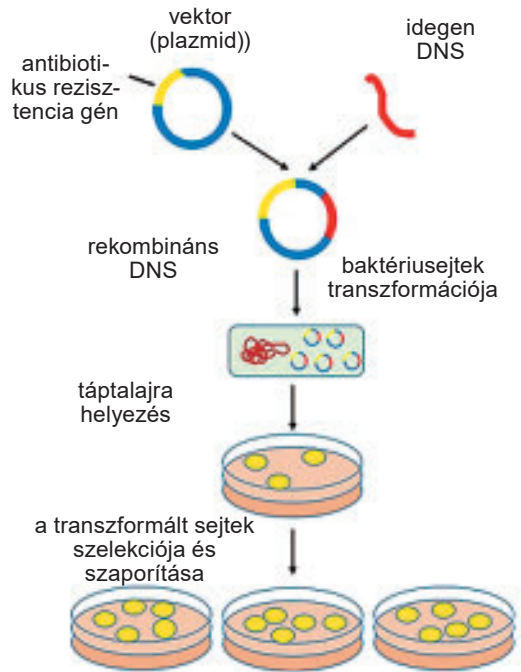


57. 1. ábra. Mutációk az élesztőnél: 1 – normális kolónia; 2 – mutáns élesztőkolónia, amelyek adenin-szintézise blokkolva van

Jelenleg közel száz különböző mikroorganizmus fajt (baktérium, sugárgomba, egysejtű eukarióta) alkalmaznak aktívan az ipar, a mezőgazdaság, az orvoslás biotechnológiai folyamataiban: gyógyszerek (például antibiotikumok), enzimek, vitaminok, aminosavak, élelmiszerek (kenyérrel, sör, savanyított tejtermékek), a mezőgazdaságban szilázs készítésére, szerves maradványok feldolgozására stb.

A mikroorganizmus-nemesítés sajátosságai. A mikroorganizmusok nagyon könnyen alkalmazhatóak a nemesítésben: nagy kiindulási anyag áll rendelkezésre (rövid idő alatt a táptalajon több millió sejt fejlődik ki); a mikroorganizmusok genomjának szerkezete egyszerűbb, mint a növényi és állati sejteké, mutációs változásokat azonnal észre lehet venni, már az első generációban, mivel prokarióták örökletes információja haploid kromoszómakészletű. Ez hatásosabbá teszi a nemesítést (57. 1. ábra).

Jelenleg három fő megközelítést alkalmaznak a mikroorganizmusok nemesítésében: 1) a hasznos mutációkkal rendelkező sejtek kiválasztásakor és szaporításakor mesterséges szelekciót végeznek, miközben nagy mennyiségű genotípusosan identikus utódsejtet (*klónt*) kapnak; 2) *kísérleti mutagenézis*, melynek segítségével diverzifikálják az örökítő anyagot; 3) *génsebészeti* módszerek.



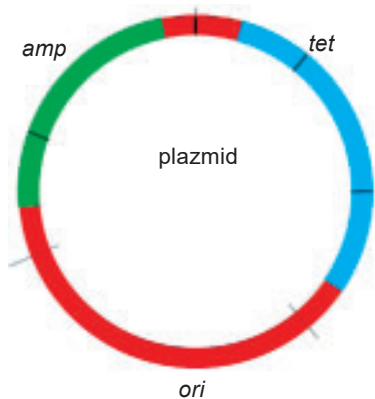
57. 2. ábra. Genetikailag módosított mikroorganizmusok előállításának szakaszai

AP *Emlékezzetek: a génsebészet* – eljárások, módszerek és technológiák összessége, amelyek segítségével elkülönítik az organizmusok vagy sejtek génjeit, esetleg szintetizálják azokat az organizmuson kívül, manipulálják, majd beültetik más organizmusokba. Idegen örökítőanyag organizmusba vagy sejtbe való beültetését transzformációnak nevezzük, magukat az organizmusokat vagy sejteket pedig – *transzformált vagy genetikailag módosított organizmusoknak* (GMO).

A genetikailag módosított mikroorganizmusok előállítási folyamata több egymást követő stádiumból áll (57. 2. ábra). 1. Elsőként *a szükséges gént keresik*, majd speciális enzimek segítségével kivágnak azokat a genomból. 2. Ezután *vektor-t képeznek* – speciális DNS konstrukciót, amely a sejtek transzformálásához szükséges. Ennek a konstrukciónak a szükséges génen kívül tartalmaznia kell egy gént, amely segítségével meg lehet különböztetni a transzformált sejteket a nem transzformáltaktól (például, antibiotikum rezisztenciáért felelős gén), illetve olyan szekvenciákat, amelyek elősegítik a vektor beépülését a sejt genomjába, vagy képessé teszi az önreplikációra (önmásolásra).

A mikroorganizmusok transzformációjához használhatnak plazmid DNS-t (57. 3. ábra), vagy DNS vírust. A vektor használatának szükségessége abban áll, hogy a DNS egyszerű sejtbeültetésekor az enzimek nukleotidokra bontják azokat.

3. *A sejttanszformáció* megtörténik a sejtfal áteresztőképességét megnövelő speciális előkészítés révén vagy módosított bakteriofágok segítségével, amelyekkel megfertőzi a sejtenyészetet. 4. *Sejtek átvitele speciális táptalajra* a kiválasztott



57. 3. ábra. Baktériumok transzfórmációjához használt vektor – plazmid (tet és amp – az antibiotikum rezisztenciáért felelős gének, ori – a replikáció kezdeti szakasza)

A GMO szervezetek felhasználhatóak a szerves vegyületek ipari előállítására is (például, a C-vitamin, élelmiszer festékek, antibiotikumok, értékes biopolimerek); a környezetszennyezéssel való harcban (a szennyvizek komplex biológiai tisztítására); a veszélyes szintetikus kémiai anyagok lebontására (pesticidok, az ipar kémiai hulladékai); tudományos vizsgálatokra, amelyekhez szükséges a DNS-fragmentumok szaporítása (klónozása), géntérképek készítésére (egy organizmus teljes genomjának DNS-készlete), a génexpresszió mechanizmusainak tanulmányozására stb.

Kulcsszavak és fogalmak

biotechnológia, génebézészet, klón, genetikailag módosított organizmusok.

Ellenőrizték a megszerzett tudást!



1. Miért könnyen alkalmazható objektumai a nemesítésnek a mikroorganizmusok? 2. Milyen sajátosságai vannak a mikroorganizmusok nemesítésének? 3. Mi a mikroorganizmusok transzfórmációja? 4. Mire alkalmazzák a genetikailag módosított mikroorganizmusokat?

Gondolkodjatok el rajta!



Milyen különbségek lehetnek azon fehérjék, amelyeket eukarióta sejtek természetes úton szintetizálnak és az analógaik között, amelyeket genetikailag módosított baktériumok által szintetizálnak?

58. §. NÖVÉNYI BIOTECHNOLÓGIA ÉS GÉNEBÉSZET

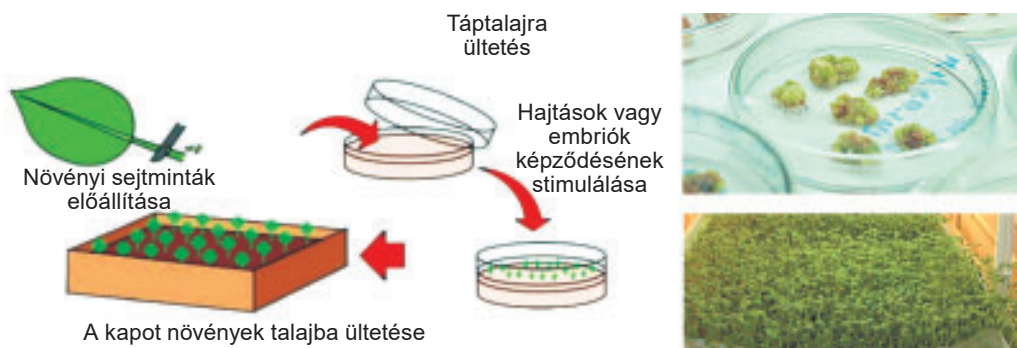
Emlékezzetek a növény nemesítés sajátosságaira! Mi a klón, a távoli hibridizáció, a „génbankok”? Mik a fitohormonok? Minek köszönhetően keletkeznek különböző típusú sejtek a zigótából?

A modern növényi biotechnológia fő irányzatai: növényi biotechnológia és a növények mikroszaporítása; növényi sejt- és szövettenyésztés; sejtsebézészet; sejttenyésztés bankok és azok kriokonzervációja a növényi génkészlet megőrzése céljából. Ezek mindegyike a sejt biológiájának általános tulajdonságán alapszik – a szomatikus (nem ivarsejt) sejtek totipotensségen, amelynek köszönhetően egy szomatikus sejtől regenerálni lehet az egész növényt.

Jegyezzétek meg!

A **totipotencia** (lat.: *totus* – teljes, összes és *potentia* – képesség, lehetőség) – a soksejtű organizmus egy sejtjének olyan képessége, hogy osztódása révén létrehozhatja a teljes organizmust. Az állatoknál a zigóta totipotens, egyes fajoknál a zigótából keletkező sejtek is (például a morula sejtjei). A növényeknél a szomatikus sejtek totipotenssé válhatnak bizonyos fitohormonok hatására (például auxinok).

Mikroszaporítás – növények „kémcsőben” való vegetatív szaporításmódja. 0,1 mm méretű növényi szövetdarabokat fitohormonokat tartalmazó táptalajokra helyeznek, ami stimulálja a sejtosztódást és a hajtások vagy más, a csírából kifejlődő struktúrák képződését. A továbbiakban az így létrejött növények fejlődnek és növekednek a mesterséges táptalajon, majd talajba ültetik azokat (58. 1. ábra).

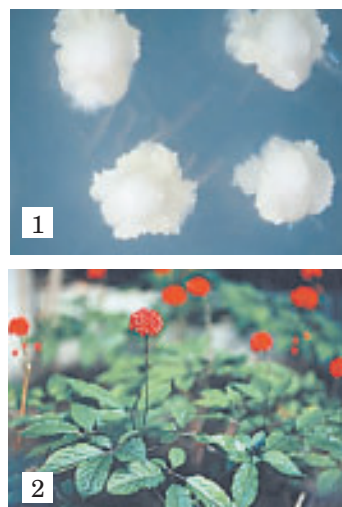


58. 1. ábra. Növények mikroszaporításának szakaszai

Növényi sejt- és szövettenyészetek. Növényi növekedést szabályozók, amelyek a talajban vannak, stimulálják a sejtek végtelen szaporodását és differenciálisan sejtek – *kallusz* – képződését. Ha később külön sejtekre szedik és folytatják az izolált sejtek tenyésztését a táptalajon, akkor a különálló sejtekből létre lehet hozni a teljes növényt (58. 2. ábra).

A növényi sejt- és szövettenyészeteket felhasználják értékes anyagok előállítására. Például, az indiai vérnyomáscserje sejttenyészetével aktívan szintetizálnak alkaloidokat, amelyeket fel lehet használni a magas vérnyomás kezelésére. A ginzeng sejttenyészetekből biológiailag aktív anyagokat állítanak elő. Ez lehetőséget nyújt növényi gyógyszerek előállítására anélkül, hogy elpusztítsuk a ritka növényeket.

Teljes növény tenyészetből való előállítását véghez lehet vinni a sejtek előzetes szelekciója révén. Kiválogatják azokat a sejteket, amelyek rezisztensek a herbicidek, a szikesedés, az extrém hőmérséklet, a patogének hatása ellen, illetve azokat, amelyekre jellemző az ember számára hasznos anyagok megnövekedett szintézise.



58. 2. ábra. Ginzeng (1) és a belőle kapott növény (2)

58. 3. ábra. Jurij Jurijovics Hleba (1949–) – ismert ukrán biológus, növény-fiziológus, genetikus, az Ukrán Nemzeti Tudományos Akadémia rendes tagja; az Ukrán Nemzeti Tudományos Akadémia Sejtbiológiai és Génebézészeti Intézetének alapítója (1990)



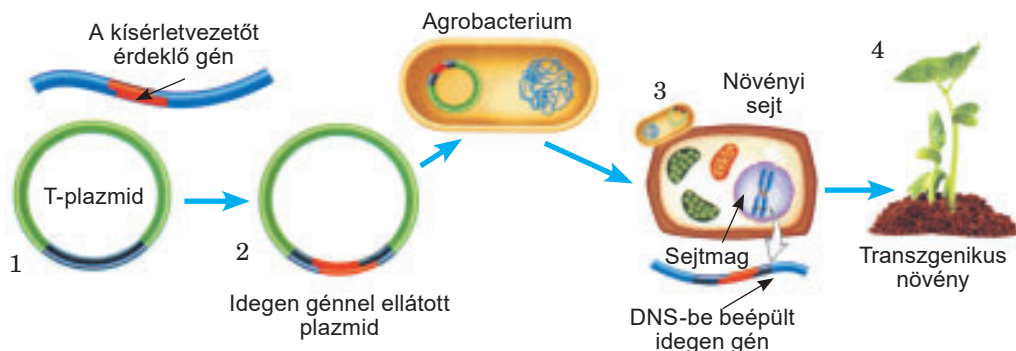
A **sejtsebézészet** – módszerek és eljárások összessége, amelyeket új típusú sejtek létrehozására alkalmaznak. A sejtsebézészet módszereivel hozzák létre a nem rokon és evolúciósan távoli fajok szomatikus sejtjeinek hibridjeit, vagy az egyes sejtorganellumok szomatikus sejtek sejt-magjába, citoplazmájába való juttatását.

Jó tudni 

Ukrajnában a növényi sejt- és génebézészeti alapkatatóásokat J. J. Hleba (58. 3. ábra) akadémikus kezdte.

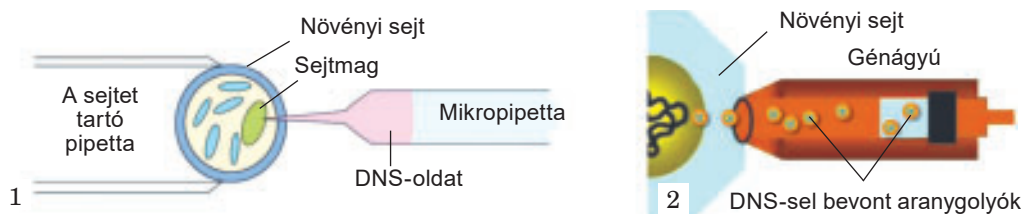
A hibridizáció vagy a rekonstrukció kezdete előtt először speciális enzimek segítségével megfosztják a növényi sejteket a sejtfalettől – *protoplasztokat* hoznak létre. Ezeket táptalajra helyezik további felhasználás céljából. Hibridizációkor a különböző növényektől nyert sejtek protoplasztjait teljesen összeolvasztják. Így jön létre a két sejtmagú sejt, amelyben a sejtmagok később összeolvadnak és létrejön az egy sejtmagos hibrid sejt.

A **génebézészetet** arra használják, hogy transzgenikus növényeket hozzanak létre, amelyek összes sejtje idegen gént hordoz. Gyakran ehhez az *Agrobacterium* nembe tartozó talajbaktériumokat használnak fel. Ezek a magzóna (nukleoid) DNS-en kívül nagy plazmidokat ún. T-DNS-szakaszokat tartalmaznak, amelyek beépülhetnek a növényi sejt genomjába. A transzgenikus növények előállításához megváltoztatott T-DNS-molekulájú plazmidokat használnak, amelyekben a saját géneket lecserélték bármely más a növénybe bevinni kívánt génre. Ilyen plazmidokat génebézészeti módszerekkel szerkesztenek, majd bejuttatják az *agrobacterium*ba, ezután megfertőzik vele a növényt (58. 4. ábra).



58. 4. ábra. A növényi sejt baktériumok segítségével történő transzformációjának sémája: 1 – a speciális plazmidok izolálása és génebézészeti szerkesztése (2); 3 – A növényi sejtek *agrobacterium*ok általi megfertőzése; 4 – transzgenikus növények nyeresése

A transzgenikus növényeket a mikroinjekciós és a „génagyú” módszerrel is előállítják (58. 5. ábra). A mikroinjekciót mikroszkóppal és üvegtűvel végzik a sejt-



58. 5. ábra. Idegen DNS bevitele a növényi sejtbe mikroinjekció (1) vagy „génágyú” (2) segítségével

magba juttatva a DNS-t. A génágyúzáskor 0,4–1,2 μm átmérőjű arany golyókat használnak, amelyeket DNS-sel vonnak be majd „lőnek be” a sejt szuszpenzióba, speciális „génágyú” segítségével. Ez a módszer lehetőséget nyújt gének beültetésére nemcsak a növények kromozómájába, de a plasztisztaiba is, például a kloroplasztisztaikba.

A növények genetikai transzformációját a következőkre használják: a növény élmezési értékének, a környezeti tényezők szembeni ellenálló-képesség javítására, a farmakológiában használt fehérjeszintézisére stb.

Feladat: a tanár segítségével, felhasználva a felhő technológiát, gyűjtsétek információkat a genetikailag módosított növények előnyeiről és előállításának problémáiról! Folytassatok vitát ebben a témában!

Kulcsszavak és fogalmak

totipotencia, mikroszaporítás, sejtsebészet.

Ellenőrizték a megszerzett tudást!



1. A növényi biotechnológia milyen irányzatait ismeritek? 2. Milyen lényeges előnyei vannak a növények mikroszaporításának a hagyományos vegetatív szaporítással szemben? 3. Minek köszönhetően gyorsítja meg a növényi biotechnológia a nemesítést? 4. Hogyan hozzák létre a transzgenikus növényeket? 5. Mire alkalmazzák a növények genetikai transzformációját?

Gondolkozzatok el rajta!



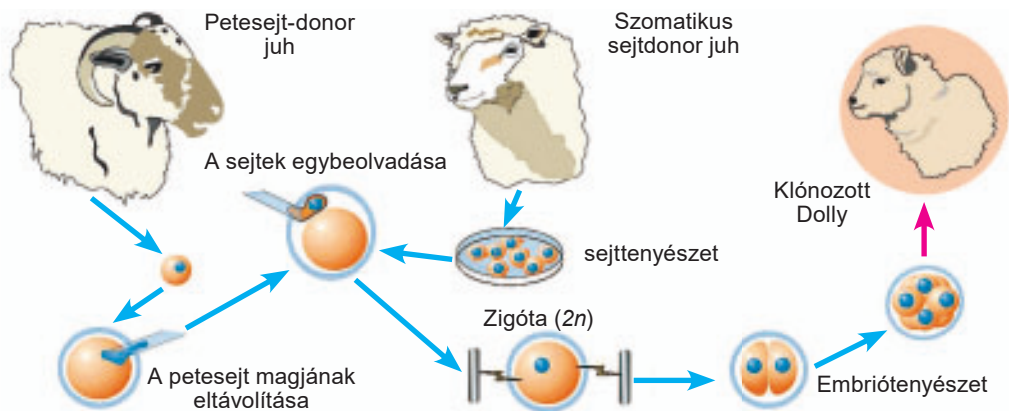
Hogyan alkalmazhatjuk a transzformált növényeket kereskedelmi biogyrakként?

59. §. ÁLLATI BIOTECHNOLÓGIA ÉS GÉNSEBÉSZET

Emlékezzetek az állatnemesítés sajátosságaira! Milyen szaporítási technológiákat alkalmaznak az állatnemesítésben? Mi a blasztociszta, transzgen, a kollagén, a fibrinogén, az interferon?

A háziállatok biotechnológiájának főbb irányzatai kapcsolatban állnak a termékenység növelésével (szaporítási technológiák), a klónozással és a génsebészetel. Emlékeztetünk titeket: a **szaporítási technológiákhoz** tartozik főként a mesterséges megtermékenyítés, az embriók „in vitro” megtermékenyítése.

Állatok klónozása. Az 59. 1 ábrán látható Dolly nevű juh klónozásának sémája. (Tekintsétek át és jegyezzétek meg ennek a folyamatnak a szakaszait!) A szomatikus sejtek magjának petesejtbe (előbb eltávolítják a sejtmagját) való átültetése segítségével, olyan egyedet hoznak létre, amely genetikailag teljesen identikus azzal a nősténnyel, amelyiktől a petesejtet és a szomatikus sejtet vették (vagyis annak klónja). Ez a módszer tudományos szempontból fölöttébb érdekes, de még nem tökéletes, és nagy költségekkel jár.



59. 1. ábra. Dolly klónozásának sémája

Jó tudni

1958-ban a brit biológus J. Gordon (59. 2. ábra) kísérletezett a karmosbeka ebihalak szomatikus sejtmagjainak sejtagnélküli petékbe való ültetésével. Némelyikből normális békák fejlődtek ki.

A **genetikailag módosított állatokat** állítanak elő: a megtermékenyített petesejtbe DNS-t juttatva mikroinjekcióval (59. 3. ábra); genetikailag módosított embrionális őssejtek embrióba juttatásával az egyedfejlődés korai stádiumában; a genetikailag módosított szomatikus sejtmagok petesejtbe való átültetésével; vektorok alkalmazásával, amelyeket retrovírusok alapján hoznak létre.

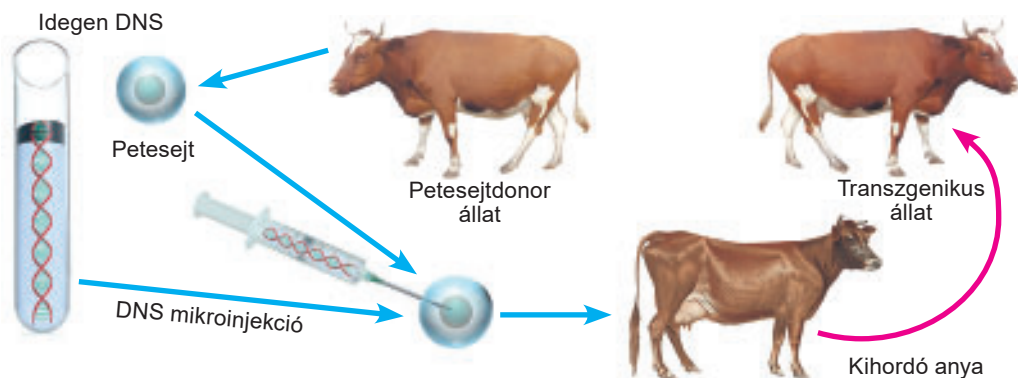
A DNS petesejtbe vagy blasztocitába való bevitele után következik a beültetés a „kihordó anyába”. A születés után az állatban azonosítják a transzgén jelenlétét (100 vemhességből átlagosan egy transzgén állatot kapnak). Ehhez a transzgenikus állatot keresztezik normális egyedekkel. A későbbiekben keresztezhetik az ilyen állat utódait egymás között, hogy tiszta transzgenikus vonalakat kapjanak.

Nem kis siker a génmódosított lazac előállítása, tenyésztése és hivatalos árusítása Kanadában és az USA-ban. Ennek a genomjához egy más, nagyobb testű lazacfaj (királylazac) növekedési hormonját kódoló gént adtak hozzá. Ennek köszönhetően a transzgenikus hal jelentősen gyorsabban növekszik, és testtömege is gyorsabban gyarapodik. Tenyésztéséhez másfél évre van szükség, nem pedig háromra, mint az egyszerű lazac esetében.

A transzgenikus állatokat (kecske, juh, sertés, házinyúl) a farmakológiában használható fehérjeszintézisre használják. A kívánt fehérjék kiválasztódnak a tejbe. Lehetnek például véralvadási faktorkok, fibrinogén, kollagén, interferonok és más vegyületek. Létrehoztak olyan modifikált madarakat, amelyek tojásaiban emberi fehérjék, például interferonok vannak.



59. 2. ábra. John B. Gurdon (1933–) – brit biológus. Az indukált őssejtek fejlődés biológiája és előállítása terén végzett munkássága miatt, 2012-ben orvosi Nobel-díjat kapott (megosztva a japán Sinja Jamanakával)



59. 3. ábra. Transzgenikus állat létrehozása DNS mikroinjekció segítségével

A transzgenikus állatok felhasználásának fontos irányzata az emberi örökletes megbetegedések modellezése. Például, létrehoznak két állatmodell típust: konkrét betegséget kódoló emberi gént hordozó transzgenikus egereket, és olyan egereket, amelyekben ez a gén elvesztette funkcióját. Ha a betegség iránti hajlámért több allél felel a genomon, akkor transzgenikus egerek vonalait hozzák létre, amelyek az adott génnek különböző alléljait hordozzák. Ezekon a modelleken tanulmányozhatják a génkópiák mennyiségének és expresszió-szintjének hatását a megbetegedés megjelenésére, illetve új kezelési módokat dolgoznak ki. A modelleken, amelyekben az emberi megbetegedést kiváltó gén nem aktív, megvizsgálják a gének konkrét funkcióját. Ez fontos az emberi genetikai betegségek elemzéséhez.

Kulcsszavak és fogalmak

állatok klónozása, állati génebézészet.

Ellenőrizték a megszerzett tudást!



1. Milyen szaporítási technológiákat alkalmaznak az állati biotechnológiában? 2. Hogyan végzik az állatok klónozását? 3. Hogyan hozzák létre a genetikailag módosított állatokat? 4. A transzgenikus állatok alkalmazásának milyen irányzatai a legsikeresebbek?

Gondolkodjatok el rajta!



1. Milyen célokra lehet még felhasználni a transzgenikus állatokat? 2. Milyen problémákkal találkozhatnak szembe a kutatók a transzgenikus állatok létrehozásának folyamatában?


60. §. A MOLEKULÁRIS BIOLÓGIA ÉS A GENETIKA EREDMÉNYEI AZ ORVOSLÁSBAN: EMBERI GÉNEBÉSZET

Emlékezzetek az emberi örökletes megbetegedések kezelési és megelőzési módjaira! Mi a bioetika, a génterápia? Milyen „vektorokat” alkalmaznak a génebézészetben?

A génebézészet módszereinek alkalmazása az embernél az egyik legvitatottabb téma. Vajon be kell-e avatkozni az emberi genomba? Ha igen, akkor hogyan? Biztonságos ez? Milyen bioetikai problémákat vet ez fel?

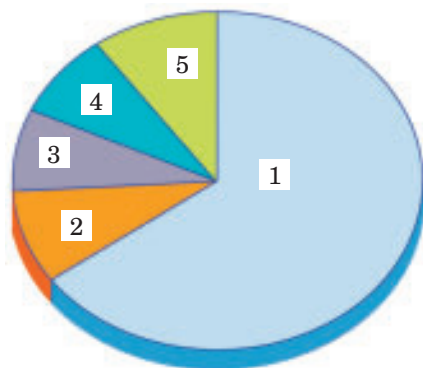
Génterápia. A különböző sejtek genetikai változásai által kiváltott megbetegedésekkel szembeni harc legradikálisabb módja, a megbetegedés genetikai okai-

nak kijavítása vagy elpusztítása, és nem azok következményeinek megszüntetése. A legtöbb vizsgálat az onkológiai betegségek génterápiájával foglalkozik (60. 1. ábra).

 **Emlékezzetek: a génterápia** – az örökletes betegségek gyógyítása az emberi genom megváltoztatásával.

Génterápiás stratégiák:

- a gyógyítandó sejtek elvesztették bizonyos génjük funkcióját. Ezért a sejtbe be kell juttatni az ezt a funkciót megújító gént;
- a normál sejtre nem jellemző túlműködés által kiváltott betegség. Ez főként fertőző vagy onkológiai betegségek esetén történik. Ilyenkor gátolni kell a túlműködést;
- a szervezet immunválaszát erősítő eljárások.

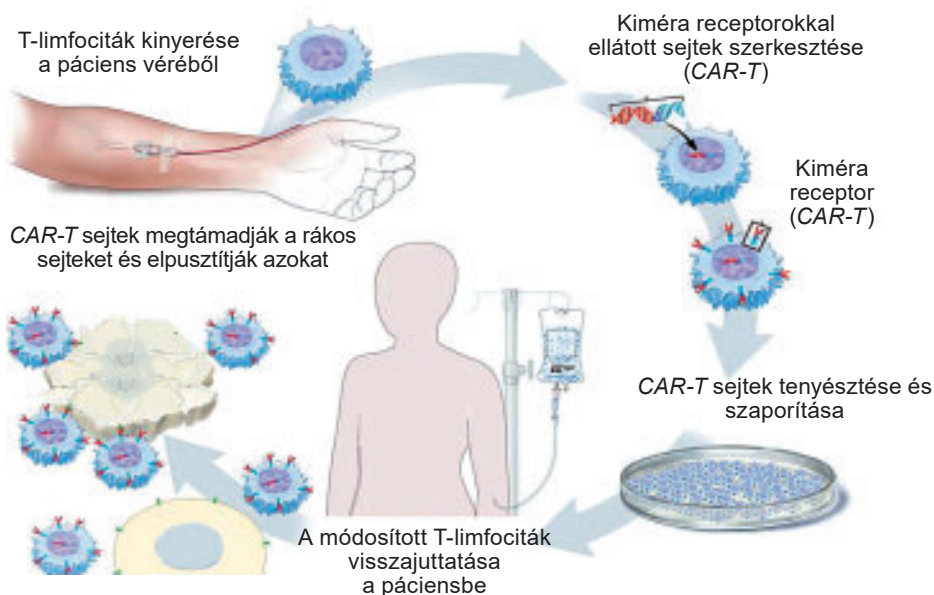


60. 1. ábra. Az emberi megbetegedések elleni génterápia alkalmazási vizsgálatok jelenlegi állapotát bemutató diagram (%-ban): 1 – onkológiai; 2 – monogénes; 3 – szív-érrendszeri; 4 – fertőző; 5 – egyéb

A modern emberi génterápia eredményei. A szomatikus génterápia első sikeréről szóló közlemény 1990-ben jelent meg, amikor a négyéves Ashanti de Silvát kezelték veleszületett immunhiánnyal. Jelenleg immunrendszere működik és normális életet él. 2012-ben az USA-ban és az Európai Unióban megkapta a kereskedelmi engedélyt az első génterápiás eszköz, amely a lipoproteinlipáz enzim (hiánya a hasnyálmirigy súlyos sérülését okozza) elégtelen termelését gyógyítja. Ugyanakkor ennek magas ára (közel egymillió dollár) miatt összesen egy ember élt a lehetőséggel 2016-ban. 2018 nyarán az USA-ban az Élelmiszer és Gyógyszer Felügyelet (*Food and Drug Administration, FDA*) elfogadta a génterápia alkalmazását a 3–25 éves akut limfoblasztómás betegeknél. Ez a terápia a kiméra CAR-T antigén receptorok létrehozásán alapszik. A transzgenikus T-limfociták fel vannak „szerelve” ezekkel a receptorokkal, amelyek képesek felismerni a rákos sejteket, majd elpusztítani azokat (60. 2. ábra).

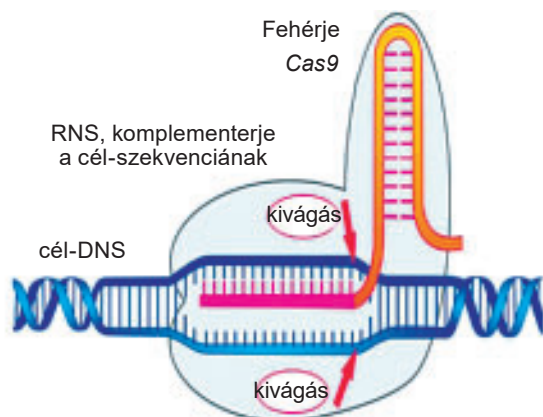
A kipróbálások első szakaszán túl van az *SPK-FIX* nevű génszűrés készítmény. Ez egy vírusvektor. Amely hordozza a véralvadási IX faktor normális génjét és a hemofília egyik formájának gyógyítására szolgál. 2018 februárjának végén a Sencseni Egyetem tudósa bejelentette, hogy sikeresen szerkesztette az emberi petesejt genomját. Ő a *CRISPR/Cas9* DNS-szerkesztési technológiát alkalmazta (60. 3. ábra). A szerkesztés érdekében kikapcsolta azt a gént, amely a HIV sejtbe való bejutásáért felelős fehérjét kódolja. Potenciálisan a DNS-szerkesztés segíthet leküzdeni bármilyen betegséget – az örökletesektől a még gyógyíthatatlanokig (rák, HIV, Alzheimer-kór stb.)

Az emberi genomba való beavatkozás veszélyessége és az emberi génszűrés bioetikai problémái. Mint bármely gyógyítási módszernek, a génterápiának is vannak hiányosságai és mellékhatásai. Ez kapcsolatban áll a génbevitel módjával. Leggyakrabban vírusokat alkalmaznak vektorként, amelyek erős immunválaszt válthatnak ki a páciensben, vagy növelik a fertőzés rizi-



60. 2. ábra. A rákellenes terápia folyamata *CAR-T* (*chimeric antigen receptor*) antigén receptorok segítségével

kóját, ha a modifikált vírusok kapcsolatba lépnek a páciens sejtjében lévő normális vírusokkal. A másik rizikó: a gén genomba való beépülése – véletlenszerű, ez pedig mutációk megjelenéséhez és különböző patológiákhoz vezethet. A legutóbbi kísérletek megmutatták, hogy azon helyek mellett, ahol a *CRISPR/Cas9* „dolgozott”, megfigyelhetőek a kitörölt vagy lecserélt DNS néhány ezer bázispárnyi szakaszai. Így kérdésessé vált a *CRISPR/Cas9* biztonsága.



60. 3. ábra. *CRISPR/Cas9* rendszer – RNS és fehérje komplex, amely felismeri a genom szekvenciát, ahol kivágja a DNS kettősláncot. Attól függően, hogyan történik a reparáció, a cél-gén elvesztheti funkcióját, vagy lecserélődik normális másolatra

Az emberi génebézészet alkalmazásának bioetikai kérdései főként az ivarsejtek és az embriók felhasználásával állnak kapcsolatban. Érthető, hogy ezek a kérdések törvény általi szabályozást igényelnek.

Kulcsszavak és fogalmak

génterápia.

Ellenőrizték a megszerzett tudást!



1. Milyen betegségeket lehet gyógyítani génterápiával? 2. A génterápia milyen stratégiái ismertek? 3. Milyen eredményei vannak a modern génterápiának? 4. Mivel állhattak kapcsolatban a génterápia mellékhatásai?

Gondolkodjatok el rajta!



Milyen esetekben lehetséges vagy szükséges génebézési módon beleavatkozni az emberi embrió genomjába?

61. §. A MOLEKULÁRIS BIOLÓGIA ÉS GENETIKA EREDMÉNYEI AZ ORVOSLÁSBAN: A PERSZONALIZÁLT ORVOSLÁS GENETIKAI ALAPJAI

Emlékezzetek, mi a mutáció, a farmakológia!? Mi a genetikai polimorfizmus?

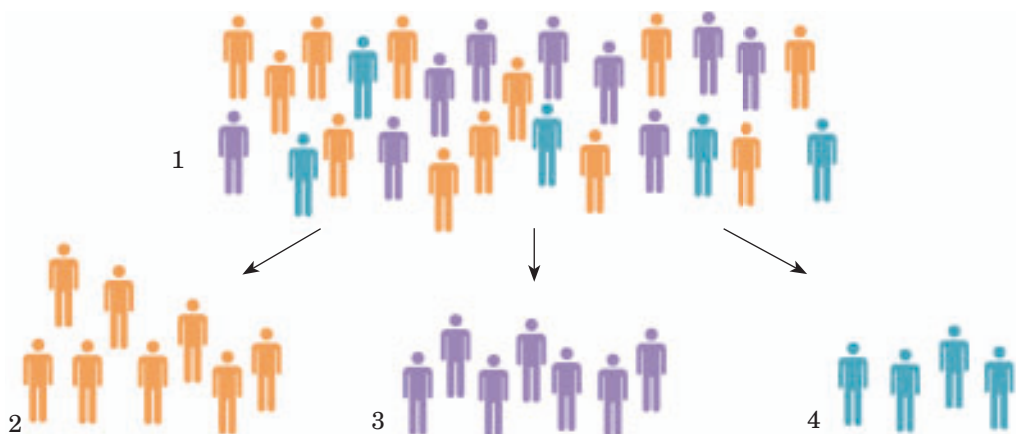
A personalizált orvoslás – az orvosi segítség megfelelő modellje, amelynek alapja a páciens számára optimális diagnosztikai, kezelési és megelőzési eszközök kiválasztása, amely számba veszi az egyedi sajátosságokat.

Jól ismert, hogy a gyógyszerekre adott reakció nagymértékben egyedi. A gyógyszerek felírásakor és dózisának meghatározásakor figyelembe kell venni a páciens korát, élettani állapotát (krónikus betegségek meglétét, terhességet, szoptatást) és a gyógyszer kölcsönhatásokat. Például, ha ugyanazt a gyógyszert a páciensek minden csoportja fogyasztja, különböző hatást tapasztalhatunk (61. 1. ábra).

A farmakogenetika – az orvosgenetika részterülete, amely a páciensek olyan genetikai sajátosságait vizsgálja, amelyek hatást gyakorolnak a terápia hatékonyságára gyógyszerek segítségével. A farmakogenetika fő célja – a páciensek egyéni gyógyítási eljárásainak kidolgozása, figyelembe véve genetikai sajátosságaikat. A gyógyszerekre adott nem kívánt reakciókat, amelyek oka a beteg ember genotípusának sajátosságai, *farmakogenetikai defektusok-nak* nevezzük. Ezeket a defektusokat azon gének hibás működése okozza, amelyek a gyógyszerek metabolizmusát biztosító enzimeket, a gyógyszerekhez kapcsolódó szállítófehérjék vagy célfehérjék (például receptorok) kódolják (61. 2. ábra).

A farmakogenetikai defektusok örökletes szindrómák, de csak a gyógyszer hatására jelennek meg. A megfelelő allélok és genotípusok gyakorisága az emberi populációban nagyon magas lehet. Ezért nagyon fontos a farmakogenetikai tesztelés a páciens gyógyszerekre adott reakcióinak prognózisához, és a gyógyszerválasztás personalizált megközelítése, dózisainak meghatározása érdekében.

A farmakogenetikai tesztelés a gyógyszerek sérült hatásának fenotípusos markereit határozza meg (a páciens fenotipizálása), vagy direkt módon genotipizálja a pácienseket molekuláris biológiai módszerekkel, hogy meghatározza a farmakológiai választ meghatározó polimorf génvariánsokat. *Emlékezzetek: a polimorf gének*

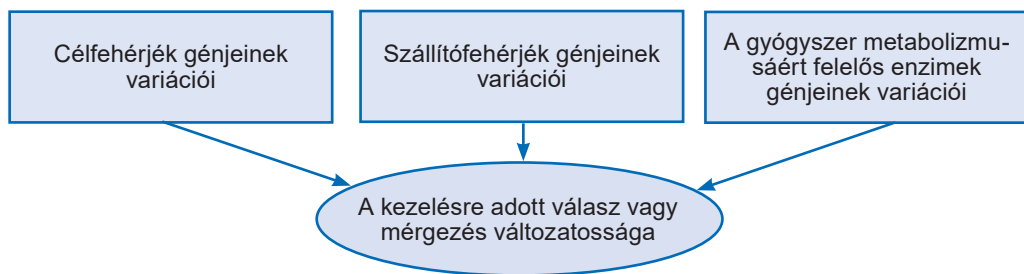


61. 1. ábra. A pácienscsoportok válasza ugyanarra a gyógyszeres kezelésre: 1 – azonos diagnózisú páciensek; 2 – pozitív terápiás hatás; 3 – elégtelen vagy hiányzó hatás; 4 – gyógyszerre adott, nem kívánt reakció

a populációban több alléllal rendelkeznek, ami kiváltja a fajon belül a jellegállapotok sokféleségét.

A farmakogenetikai teszteknek a következő feltételeknek kell megfelelnie:

- egyértelmű asszociációk megléte az egyik vagy másik génvariáns és a kedvezőtlen farmakológiai válasz között (mellékhatások fellépése vagy hiányos hatás);
- a meghatározott allél gyakorisága a populációban magas (nem kevesebb, mint 1 %);
- a gyógyszer jól kidolgozott alkalmazási algoritmus a farmakogenetikai tesztelés eredményétől függően;
- a farmakogenetikai tesztelés eredményének következtében alkalmazott gyógyszer szedésének bizonyított előnye a hagyományos megközelítéssel szemben (a farmakoterápia megnövekedett hatékonysága és biztonsága, költséghatékony-sága);
- szabványokkal szabályozottnak kell lennie.



61. 2. ábra. A farmakológiai válaszra hatást gyakorló genetikai okok

Kulcsszavak és fogalmak

perszonalizált orvoslás, farmakogenetika, farmakogenetikai tesztelés.

Ellenőrizték a megszerzett tudást!



1. Miben áll a modern gyógyszeres kezelés fő problémája? 2. Fogalmazzátok meg a farmakogenetika fő céljait! 3. Határozzátok meg a „farmakogenetikai defektus” lényegét! 4. Mi az alapja a farmakológiai tesztelésnek? Milyen feltételeknek kell megfelelnie?

Gondolkozzatok el rajta!



Milyen bioetikai problémák merülhetnek fel a personalizált orvoslás széleskörű bevezetésénél?

62. §. A BIOLÓGIAI BIZTONSÁG ÉS A BIOLÓGIAI VÉDELEM PROBLÉMÁI

Emlékezzetek. a mikroorganizmusok és a vírusok – az ember fertőző betegségeinek fő kórokozói! Mi a gensebézet? Milyen organizmusok tartoznak a genetikailag módosított organizmusokhoz?

A biológiai biztonság – az emberi környezet állapota, amelyből hiányoznak azok a tényezők, amelyek negatív hatást (biológiai, kémiai, fizikai) gyakorolhatnának az emberek jelenlegi és jövőbeni generációinak biológiai struktúrájára és funkciójára, illetve hiányoznak a környezet (bioszféra) különböző objektumaira, a mezőgazdasági növényekre és állatokra visszafordíthatatlanul negatív hatást gyakorló tényezők.

A mai modern világban a biológiai biztonság problémája rendkívül fontos. Terjednek a fertőző és invazív megbetegedések, amelyek nem jellemzőek bizonyos területeken (például, az atípusos tüdőgyulladás vagy az ebola) vagy már nem tartották azokat aktuálisnak a tömeges vakcináció alkalmazásának következtében (kanyaró, szamárköhögés, tuberkulózis). Pontosan meghatározott a veszélyes biológiai objektumokkal kapcsolatos bánásmód, törvényi és jogszabályi hiányosságai megteremtik a feltételeit a biológiai ágensek törvénytelen forgalomba-kerülésének, amelyeket aztán felhasználhatnak új biológiai fegyverek készítésére és felhasználására.

A biológiai fenyegetettség fő forrásai Ukrajnában. „A biológiai biztonság és biológiai védelem biztosításának 2020-ig tartó időszakban stratégiája” szerint a fő biológiai fenyegetettségek (62. 1. ábra) a következők: azok a fertőző betegségek, amelyek járványos és epizootikus (az ember esetében) terjedés tendenciáját mutatják; a veszélyes és különösen veszélyes betegségek kórokozóinak természetes forrásai és természetes rezervoárjai; a biológiailag veszélyes és potenciálisan veszélyes objektumok mind az ember, mind a bioszféra számára (a patogén mikroorganizmusok és vírusok laboratóriumi törzsei és kollektívái, a gensebézet útján létrehozott organizmusok); a biológiai fegyverek használata; a bioterrorizmus.



62. 1. ábra. A biológiai veszély nemzetközi jele

Jó tudni



A biológiai ágensek felhasználása fegyverként ötlete nem új. Például, a középkorban a városok és erdők ostromakor fertőző betegségekben elpusztult állatok és emberek tetemeit dobtak be. Az első hivatalos biológiai fegyvert a brit hadsereg Jeffrey Amherst vezénylete alatt alkalmazta, amikor fekete himlővel fertőzött takarókat osztottak szét az amerikai bennszülött indiánoknak, hogy teljesen kiirtsák őket.

A biológiai fegyver – tömegpusztító fegyver, amelynek pusztító hatása a vírusok és mikroorganizmusok betegséget kiváltó tulajdonságain alapszik – emberi, állati és növényi betegségek. Harcászati célra felhasználják magukat a

kórokozókat és az általuk termelt toxikus anyagokat, amelyeket fertőzött hordozók (rágcsálók, madarak, rovarok) segítségével terjesztenek vagy szuszpenziók, porok formájában.

A biológiai fegyver pusztító hatása megközelíti az atomfegyverét. Például, az anthrax 100 kg spórájának szétszórása annyi emberéletet követelne, mint Hiroshima és Nagaszaki bombázása. Mind szélesebbek azok a fertőző ágensek, amelyek képesek átadódni egyik emberről a másikra, például a tüdőpestis vagy a fekete himlő. 1972-ben fogadták el az ENSZ biológiai fegyverek betiltásáról szóló egyezményét.

A bioterrorizmus veszélye. Jelenleg a világon a terrorizmus veszélye majdnem globális mértékű. Az utóbbi időben a civil lakosság vált a terroristák célpontjává. A terroristák emberekkel zsúfolt helyeket választanak ki, és olyan eszközöket használnak, amelyek a lehető legnagyobb csapást eredményezi. A bioterrorizmus veszélyét sok feltétel határozza meg.

1. A biológiai fegyver különböző típusainak terroristák általi használata képes rövid időn belül járványok előidézésére, amelyek rengeteg emberi áldozattal járhatnak, illetve sok háziállat és kultúrnövény is elpusztulhat.

2. Az orvoslás fejlődéséhez, illetve a fertőző betegségek megelőzéséhez és gyógyításához szükség van baktérium- és vírustörzsek tartására, amelyeket vakcinák előállítására alkalmazhatnak. Ugyanakkor ezek a törzsek megmaradnak a kórokozó potenciális forrásaiként azoknak a betegségeknek, amelyek gyógyítása érdekében tartjuk azokat.

3. A természetben már létezik nagy mennyiségű, az ember egészségére potenciálisan veszélyes mikroorganizmus, a tenyésztésükhöz szükséges kiindulási anyagok pedig gyakran az ember gazdasági tevékenységeinek termékei.

4. A biológiai fegyvert könnyű szállítani, és nehéz kimutatni az ellenőrzések során.

5. Minden fertőzés más gyógyítási és megelőzési módszereket igényel, ami megnehezíti a potenciális támadásra való felkészülést.

Vagyis, a biológiai fegyverek terroristák általi alkalmazásának veszélye reális. A viszonylag erős antibiotikumok, a kórokozók többsége elleni vakcinák megléte ellenére a lehetséges terrortámadás idejének és helyének meghatározatlansága miatt, azok felhasználása nem lehet elég hatásos, mivel időben nem diagnosztizálhatóak a betegség első esetei. Ezen problémák megoldása a biológiai biztonság és a biológiai kontroll állami és államközi komplex intézkedések kidolgozását és alkalmazását, specialisták kiképzését és a lakosság széleskörű tájékoztatását igénylik.

A génsebészeti technológiák és a biológiai biztonság. Jelenleg nem bizonyított, hogy a génmódosított organizmusok felhasználásával készült élelmiszerek, kozmetikumok vagy gyógyszerek veszélyt jelentenek az ember egészségére. Ugyanakkor, a biológiai biztonság szempontjából a modern biotechnológia által létrehozott organizmusok iránti félelem megmaradt. Így félnek attól, hogy a genetikailag módosított organizmusok, mint a bioszféra számára



62. 2. ábra. Azon élelmiszerek kötelező jelzése, amelyek nem tartalmaznak genetikailag módosított összetevőket

abszolút új lények, váratlan hatást gyakorolnak a bioszférára. Ezenkívül a kórokozó baktériumokkal és vírusokkal végzett génsebészeti kísérletek míg feszültebbé teszik a helyzetet.

Számba véve a GMO potenciális veszélyét sok országban, köztük Ukrajnában is, törvényeket fogadnak el a genetikailag módosított organizmusok előállításának, kipróbálásának, szállításának és felhasználásának szuverén kontrolljáról. Például, Ukrajnában tilos genetikailag módosított növényeket szántóföldre vetni, és a mezőgazdaságban alkalmazni, minden élelmiszert el kell látni a megfelelő jelzéssel (62. 2. ábra).

Kulcsszavak és fogalmak

biológiai biztonság, biológiai fegyver, bioterrorizmus.

Ellenőrizték a megszerzett tudást!



1. Mit takar a „biológiai biztonság” fogalma? 2. Milyen fő forrásai vannak a biológiai veszélynek Ukrajnában? 3. Mi a biológiai fegyver? 4. Miért veszélyes a bioterrorizmus? 5. Mi a GMO potenciális veszélye?

Gondolkodjatok el rajta!



Az internetes forrásokat felhasználva találjatok magyarázatot a GMO veszélyéről! Tudományos szempontból megvizsgálva bizonyítsátok be azok igazát vagy helytelenségét!

TANULMÁNYI PROJEKTEK Organizmusok klónozása. Nanotechnológia a biológiában. Transzgenikus organizmusok: mellette és ellene (választás szerint az egyik; bemutatókönyvek, prezentációk, füzetek, írások, posztterek készítése).

A BIOLÓGIA ÉS AZ ÖKOLÓGIA SZEREPE AZ EMBER JELENLEGI GLOBÁLIS PROBLÉMÁINAK MEGOLDÁSÁBAN

Jelenleg az emberi társadalom három globális feladat előtt áll:

- a szükséges minőségi élelmiszerek biztosítása;
- az ember egészségének védelme minőségi és elérhető gyógyellátás segítségével, a betegségek megelőzésének és gyógyításának biztosítása, az egészséges életmód feltételeinek kialakítása;
- a minőségi élet feltételeinek biztosítása a környezet szennyezéstől való megóvása által, bolygónk biodiverzitásának megőrzése és a fenntartható társadalmi fejlődés koncepciójának megvalósítása.

Biológiai és ökológiai vizsgálatokra van szükség a jövőbeni emberi társadalom fenntartható fejlődésének prognózisához és tervezéséhez. Ehhez el kell háritani a jelenlegi bioszféra krízis meglévő veszélyeit. A jelenlegi biogeocönotikus krízis sajátossága abban gyökerezik, ahogy a jövőbelieké is, hogy az emberi gazdasági tevékenység által változások mennek végbe a bioszférában.

Az ökológiailag stabil társadalom, vagyis a nooszféra kialakulása érdekében az ember a közeljövőben ellenőrzése alá kell vegye az ugrásszerű népességgypodást; a meg nem újuló forrásokat váltsa megújulóakra; ökológiailag megalapozott technológiák alkalmazásának bevezetése az élelmiszeriparban; le kell állítsa az elsődleges erdők irtását, és át kell álljon a másodlagos és mesterségesen ültetett erdők ipari felhasználására, azok folytonos megújításával; csökkenteni a

szennyvizek mennyiségét, bevezetni megbízható víztisztító módszereket és állandóan felügyelni a ivóvíz minőségét, létre kell hozni az ipari és energetikai objektumok vízellátásának zárt rendszerét; meg kell oldani a természetes ökoszisztémák effektív védelmét és megújítását.

A biológia és az ökológia egyik fontos feladata – bolygónk sokféleségének tanulmányozása. Ez a folyamat még messze jár a végkifejlettől: a tudomány számára nem ismert még legalább 1 millió, jelenleg is a bolygónkon élő faj. A biodiverzitás vizsgálata megteremti a tudományos alapját bolygók globális ökoszisztémája védelmének, mert enélkül nem lehetséges a bioszféra stabil működése.

A társadalom ételmisszerrel való ellátásában nagy szerepe van a nemesítésnek, a biotechnológiának, a gén- és sejtsebészetnek. A modern módszereknek köszönhetően a tudósok nagy produktivitású állat-, növényfajták és a mikroorganizmusok ipari hasznosítású törzseit hozzák létre.

A génebészetnek jelentős perspektívái vannak az egészségvédelemben. A gyakorlati irányzatokon kívül (a mikroorganizmus törzsek produktivitásának növelése, az eukarióta gének prokarióta sejtekbe való átvitele, amelyek fontos vegyületeket szintetizálnak ezután – vitaminok, hormonok, enzimek), idővel megoldhatja a globális problémákat. Például, az örökletes betegségekkel szembeni harcban lesznek effektív génterápiás módszerek: a betegségeket okozó gének eltávolítása a kromoszómákból, vagy lecserélése biztonságos allélokra, és a genotípus változásainak megfelelő egyéb módok alkalmazása. A génebészet további fejlődése érdekében géntbankokat hoznak létre – különböző organizmusok plazmidokba beépített géngyűjteménye.

Széles körben alkalmazzák a genetikailag megváltoztatott, ún. transzgenikus vagy genetikailag módosított organizmusokat. Génebészeti módszerekkel a növények genomjába bizonyos géneket ültetnek be, amelyek biztosítják a rezisztenciát a peszticidekkel, kártevőkkel és egyéb kedvezőtlen környezeti feltételekkel szemben. Például, létrehoztak olyan burgonyafajtákat, amelyek kariotípusába beépítettek bakteriális géneket, amelyek ehetetlenné teszik a burgonyabogár számára a növényt. A genetikailag módosított organizmusok gyakran nagy produktívusúak és termékenyek, ami segíthet megoldani az emberiség ételmisszerrel való ellátási problémáját. Ugyanakkor ezeket az organizmusokat mindenekelőtt alaposan meg kell vizsgálni.

Sokat várnak a sejtsebészettől. A szomatikus sejtek hibridizációja lehetőséget nyújt létrehozni olyan preparátumokat, amelyek növelik az organizmusok ellenálló-képességét a különböző fertőzésekkel szemben, a mezőgazdasági és ipari fajták és törzsek populációinak nagy produktivitását. A szomatikus sejtek organizmusokból való izolálásának és táptalajra való átültetésének köszönhetően sejt kultúrákat (vagy szövetkultúrákat) képeznek az értékes anyagok előállítására érdekében, amelyek lényegesen olcsóbbak és megakadályozzák a hasznos növények és más organizmusok természetből való kivonását. Ezenkívül, mivel a szomatikus sejtek rendelkeznek az egész egyedre vonatkozó örökletes információval, fennáll a lehetősége annak, hogy létrehozzunk belőlük nagy mennyiségű genetikailag identikus utódot, vagyis klónozzuk azokat. Az őssejtek alkalmazása az orvoslásban lehetőséget nyújt a különböző betegségek, különösen az onkológiai betegségek gyógyítására, a sérült szervek megújítására, a szervezet megfiatalítására stb.

KÉTNYELVŰ SZÓTÁR

(Двомовний термінологічний словник)

A

Adaptáció	– адаптація
Adaptációgenézis	– адаптаціогенез
Adaptív biológiai ritmusok	– адаптивні біологічні ритми
Adaptív komplex	– адаптивний комплекс
Adaptív kompromisszum	– адаптивний компроміс
Adaptív polimorfizmus	– адаптивний поліморфізм
Adaptív potenciál	– адаптивний потенціал
Adaptív sugárzás	– адаптивна радіація
Adaptív zóna	– адаптивна зона
Adaptogének	– адаптогени
Akklimatizáció	– акліматизація
Amenzalizmus	– аменсалізм
Anafilaxiás sokk	– анафілактичний шок
Autekológia	– аутекологія
Autogén edzés	– аутогенне тренування
Adaptív reakciónorma	– норма адаптивної реакції
Alapító elv	– ефект засновника
Az ökológiai indikáció módszerei	– методи екологічної індикації:
Az ökológiai niche kötelező betöltésének szabálya	– правило обов'язковості заповнення екологічної ніші
Az ukrán nemzeti ökológiai hálózat	– національна екологічна мережа України
Az élőhely feltételeinek megfelelési szabálya	– правило відповідності умов середовища мешкання

B

Betelepített fajok	– інтродуковані види
Biocönotikus válság	– біоценотична криза
Biodiverzitás elve	– принцип біорізноманіття
Biogeocönózis homeosztázisa	– гомеостаз біогеоценозу
Biogeokémiai ciklusok	– біогеохімічні цикли
Biológiai biztonság	– біологічна безпека
Biológiai fegyver	– біологічна зброя
Biológiai indikáció (bioindikáció)	– біологічна індикація (біоіндикація)
Biodiverzitás (biológiai sokféleség)	– біорізноманіття (біологічне різноманіття)
Biológiai vizsgálat	– біотестування
Biotehnoszféra	– біотехносфера
Bioterrorizmus	– біотероризм

D

Demográfiai robbanás	– демографічний вибух
Dezadaptáció	– дезадаптація
Démek	– деми

E

Edifikátor fajok	– види-едифікатори
Ektoparaziták	– ектопаразити
Endoparaziták	– ендопаразити
Érett (klimax) biogeocönózisok	– зрілі (клімаксні) біогеоценози

F

Farmakogenetika	– фармакогенетика
Falka, büszkeség	– прайд
Fenntartható (kiegyensúlyozott) fejlődés	– сталий (збалансований) розвиток
Földrajzi optimum szabály	– правило географічного оптимуму

G

Génbankok	– генні банки
Genetikai izoláció	– генетична ізоляція
Genetikai polimorfizmus	– генетичний поліморфізм
Génterápia	– генна терапія

H

Hallucinogének (vagy pszichedelikumok)	– галюциногени (або психоделіки)
Hidrogenoszómák	– гідрогеносоми
Homeosztázis koncepciója	– концепція гомеостазу

I

Immunkorrekció	– імунокорекція
Immunterápia	– імунотерапія
Invazív fajok	– інвазійні (інвазивні) види
IUCN Vörös lista	– червоний список МСОП

J

Járványküszöb	– епідемічний поріг
---------------	---------------------

K

Karantén fajok	– карантинні види
Klonális szelekció	– клональний добір
Koadaptációk	– коадаптації

Koli index	– колі-індекс
Koevolúció	– коеволуція
Környezetminőség	– якість довкілля
Környezeti előrejelzés	– екологічне прогнозування
Kriptobiózis	– криптобіоз
Kriptizmus	– криптизм
Külső	– екстер'ер

M

Megszüntetés	– елімінація
Mentális adaptáció	– психічна адаптація
Mérgező anyagok	– токсиканти
Metabolikus szabályozás jelensége	– явище метаболічної регуляції
Mikroszaporítás	– мікроклональне розмноження
Mimézis	– мімезія
Mimikri	– мімікрія
Minimális életképes populáció	– мінімальна життєздатна популяція

N

Neoténia	– неотенія
Nyugtatók	– транквілізатори

O

Organizmusok és élőhelyük	– організми і середовища їхнього мешкання
---------------------------	---

Ö

Ökológiai monitoring módszer	– метод екологічного моніторингу
Ökológiai biztonság	– екологічна безпека
Ökológia normatívák	– екологічні нормативи

P

Pacemaker	– пейсмекери
Parazita és gazdaszerveze koevolúciójának törvénye	– закон спряженої еволюції паразита і хазяїна
Patológia	– патологія
Pihenés	– релаксація
Populációs (kollektív) immunitás	– популяційний (колективний) імунітет
Populáció genetikai terhe	– генетичний тягар популяції
Populáció ökológia	– демекологія
Posztadaptáció	– постадаптація

Preadaptáció – преадаптація
Preadaptációs küszöb – преадаптаційний поріг

R

Radioaktív (sugár) szennyezés – радіоактивне (радіаційне) забруднення
Rovarriasztók – репеленти

S

Savas eső – кислотні дощі
Sejtsebészet – клітинна інженерія
Szünökológia – синекологія
Személyre szabott orvoslás – персоналізована медицина
Szennyezőanyagok – забруднювачі
Szervezet funkcionális tartalékai – функціональні резерви організму
Szervezet genetikai determinizmusa – генетичній визначеності організму
Szervezet és élőhelye egységességi elve – принцип єдності

T

Territorialitás elv – принцип територіальності
Totipotencia – тотипотентність
Toxinok – токсини
Toxikománia – токсикоманія

Ú

Újraoltás – ревакцинація

U

Ukrajna Természetvédelmi Alapja – природно-заповідний фонд України (ПЗФ)
Urbanizáció – урбанізація

V

Versenytárs kizárásának elve – принцип конкурентного виключення
Vetésforgó – сівозміни
Visszatelepítés – реінтродукція

X

Xenobiotikumok – ксенобіотики

Z

Zöld forradalom – зелена революція
Zoochória – зоохорія

TARTALOMJEGYZÉK

<i>Tisztelt tizenegyedikesek!</i>	3
---	---

5. Téma alkalmazkodás

1. §. Az alkalmazkodás mint a biológiai rendszerek univerzális tulajdonsága	5
2. §. Az organizmusok és környezetük egységességének elve	8
3. §. Az adaptációk kialakulásának és tulajdonságainak törvényszerűségei	10
4. §. Az adaptációk tulajdonságai. Az organizmusok adaptív stratégiái	14
5. §. Adaptációk kialakulása a molekuláris szerveződési szinten	17
6. §. Adaptációk kialakulása sejt szerveződési szinten	20
7. §. Adaptációk kialakulása egyedszinten	22
8. §. Az adaptációk kialakulásának sajátosságai az embernél	25
9. §. Populáció-faj szintű adaptációk kialakulása	30
10. §. Ökológiai niche. Ökológiailag plasztikus és nem plasztikus fajok	33
11. §. Ökoszisztéma szintű adaptáció kialakulása. A koevolúció és a koadaptáció fogalma	37
12. §. A szimbiózis és formái	40
13. §. A szervezet, mint élő környezet. Az organizmusok alkalmazkodása a parazita életmódhoz	43
14. §. Az organizmusok vízi életmódhoz való alkalmazkodása	47
15. §. A szárazföldi élettér és az organizmusok hozzá való alkalmazkodása	52
16. §. Az organizmusok talajlakó életmódhoz való alkalmazkodása. Az organizmusok életformáinak kialakulása mint bizonyos környezeti feltételekhez való alkalmazkodás	57
17. §. A különböző szerveződési szintű biológiai rendszerek adaptív ritmusai	61
1. Számú gyakorlati munka	66

6. Téma az egészséges életmód biológiai alapjai

18. §. Az egészséges életmód alapelvei és komponensei	67
19. §. A biztonság és a szexuális kultúra. A szexuális úton terjedő betegségek megelőzése	70
20. §. Az alkohol, a dohányzás és a drogok egészségre gyakorolt negatív hatása	72
21. §. Az ember immunrendszere, működésének sajátosságai	77
22. §. Az immunkorrekció és az immunterápia	80
23. §. A külső környezet és a stressz-tényezők hatása az ember egészségére	83
24. §. Az ember nem fertőző, fertőző, invazív megbetegedései	87
2. Számú gyakorlati munka Betegségek megelőzésére szolgáló javaslatok kidolgozása	90

7. Téma ökológia

25. §. Ökológia: kutatásának tárgya, feladata és módszerei. Az ökológiai és más tudományok kapcsolatai	91
26. §. Az ökológiai vizsgálatok főbb módszerei	94
27. §. Az ökológiai tényezők és azok osztályozása	96
28. §. Az ökológiai tényezők organizmusokra és. Társulásaikra gyakorolt hatásának törvényszerűségei	98
29. §. A populációk és azok jellemzése	102
30. §. A populáció struktúrájának sajátosságai: térbeli eloszlás, korstruktúra, ivararány	105

31. §. A populáció struktúrájának sajátosságai: etológiai, genetikai	108
32. §. A populáció egyedszáma és szabályozásának mechanizmusai	111
33. §. A biogeocönózis és struktúrája	115
34. §. Az organizmusok kölcsön kapcsolata a biogeocönózisban	118
35. §. Energia-átalakulás a biogeocönózisokban	121
36. §. A különböző típusú ökoszisztémák produktivitása. Agrocönózisok	125
37. §. A biogeocönózisok tulajdonságai. Szukcesszió	128
38. §. V.I. Vernadskij tanai a bioszféráról és a nooszféráról	131

8. Téma fenntartható fejlődés és racionális természet-használat

39. §. A világ és ukraina jelenkori ökológiai problémái	134
40. §. A szennyezés fajtái, következményei a természetes és mesterséges ökoszisztémákban, az ember egészsége tekintetében. Mechanikus és fizikai szennyezés	137
41. §. A környezet kémiai és biológiai szennyezése	140
42. §. A környezet minőségének fogalma. A környezetszennyezés kritériumai	143
43. §. A légkörre gyakorolt antropikus hatás. A légköri levegőszennyezés következményei és a légkör védelme	146
44. §. A hidroszféra gyakorolt antropikus hatás. A vizek védelme	148
45. §. Az antrópikus talajszennyezés fő forrásai, és következményei	151
46. §. A biodiverzitásra gyakorolt antropikus hatás	154
47. §. A jelenlegi biodiverzitás megőrzésének módjai	157
48. §. Ökológiai politika ukrainában	161
49. §. Ukrajna vörös és zöld könyve. Ukrajna természetvédelmi Alapja	164
50. §. A fenntartható fejlődés koncepciója és jelentősége	168
<i>3. Számú gyakorlati munka.</i>	
Vidékünk ökológiai állapotának értékelése	171

9. Téma a biológiai vizsgálatok eredményeinek felhasználása a nemesítésben, a biotechnológiában és az orvoslásban

51. §. A biológia belépése a mezőgazdaságba: a „zöld forradalom” pozitív és negatív következményei	172
52. §. Organizmusok nemesítése: főbb állásfoglalásai és feladata	174
53. §. A nemesítés módszerei: mesterséges szelekció és hibridizáció	177
54. §. Az organizmusok nemesítése: a genetikai sokféleség nyomában	181
55. §. A genetikai sokféleség növelése a nemesítés során	184
56. §. A növény- és állatnemesítés sajátosságai	187
57. §. Mikroorganizmusok biotechnológiája, nemesítése és gensebészete	190
58. §. Növényi biotechnológia és gensebészet	192
59. §. Állati biotechnológia és gensebészet	196
60. §. A molekuláris biológia és a genetika eredményei az orvoslásban: emberi gensebészet	198
61. §. A molekuláris biológia és genetika eredményei az orvoslásban: a perszonalizált orvoslás genetikai alapjai	200
62. §. A biológiai biztonság és a biológiai védelem problémái	202
A biológia és az ökológia szerepe az ember jelenlegi globális problémáinak megoldásában	204
Kétnyelvű szótár	206

Навчальне видання

ОСТАПЧЕНКО Людмила Іванівна, БАЛАН Павло Георгійович,
КОМПАНЕЦЬ Тарас Анатолійович, РУШКОВСЬКИЙ Станіслав Ричардович

БІОЛОГІЯ І ЕКОЛОГІЯ
(рівень стандарту)

**підручник для 11 класу з навчанням угорською мовою
закладів загальної середньої освіти**

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України
Видано за державні кошти. Продаж заборонено

Переклад з української
Перекладач І. Желіцькі

Угорською мовою

Редактор З. Желіцькі
Технічний редактор С. Максимець
Верстка В. Моцкіна
Коректор З. Желіцькі

В оформленні підручника використані джерела,
викладені у вільному доступі в мережі Інтернет.

Формат 70×100/16. Ум. друк. арк. 17,17. Обл.-вид. арк. 13,52. Наклад 945 пр.
Зам. № 1429.

Видавець і виготовлювач видавничий дім „Букрек”
вул. Радищева, 10, м. Чернівці, 58000.
Тел./факс (0372) 55-29-43. E-mail: info@bukrek.net

www.bukrek.net

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єкта видавничої справи
ЧЦ № 1 від 10.07.2000 р.

TISZTA KÖRNYEZET - AZ EMBERI TÁRSADALOM ELENGEDHETETLEN FELTÉTELE

Bioetanol gyár. A bioetanol - bioüzemanyag, amelyet növényi nyersanyagból állítanak elő



Repcemező: a növény magjai sok olajat tartalmaznak, biodizél előállítására használják



Szélerergia - megújuló forrás. A szélgenerátorok a szél energetikai potenciálját használják fel



Lembergi szemétfeldogozó (projekt)